PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE

AU NOUVEAU-BRUNSWICK

1984 .

LEGISLATIVE LIBRARY
SEP 1985

Nelson E. Carter et Daniel R. Lavigne
Direction de la gestion des matières ligneuses
Section de la gestion des parasites
Ministère des Ressources naturelles
Fredericton (N.-B.)

1985

L'honorable Malcolm N. MacLeod
ministre

Rudolph E. Hanusiak
sous-ministre

RÉSUMÉ

Au Nouveau-Brunswick en 1984, des aéronefs de la société Forest Protection Limited ont épandu des insecticides sur une étendue forestière de 1,03 million d'hectares qui était infestée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Choristoneura fumiferana (Clem.)). Près de 85 % des zones traitées ont reçu deux applications d'insecticide en solution aqueuse, soit du fénitrothion (Sumithion), soit de l'aminocarbe (Matacil 180F). En outre, 11,5 % ont reçu une seule application d'aminocarbe et le reste (environ 3,5 %) a été traité avec de l'insecticide microbien non dilué Bacillus thuringiensis (B.t.) (Thuricide 48LV). Les appareils utilisés pour les pulvérisations ont consisté en des TBM, des monomoteurs et des hélicoptères servant à l'arrosage agricole. Le programme avait pour objectifs de limiter la défoliation par la tordeuse du bourgeon de l'épinette et de conserver au moins 60 % du feuillage de l'année du sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.) et 50 % du feuillage de l'année de l'épinette rouge/noire (Picea rubens Sarg. - P. mariana (Mill.) B.S.P.).

L'analyse des données sur la défoliation des essences hôtes par la tordeuse du bourgeon de l'épinette a révélé que, dans tous les cas, le programme de protection du feuillage a été une belle réussite, en ce sens que les objectifs prévus ont été atteints. Cependant, ce succès est moindre qu'il n'y paraît à première vue, si on se fie aux observations faites dans les zones non traitées car, en règle générale, la défoliation de ces zones a aussi été conforme aux objectifs du programme. Les températures fraîches du printemps et les pluies qui sont tombées pendant les derniers stades du développement larvaire ont probablement intensifié les bienfaits du programme d'arrosage, en favorisant le développement des nouvelles pousses tout en nuisant au cycle d'alimentation des larves.

Par rapport à 1983, on pouvait davantage s'attendre à conserver naturellement un pourcentage précis de feuillage, eu égard aux densités larvaires présentées. Néanmoins, les pulvérisations ont augmenté la possibilité d'atteindre ou même de dépasser les objectifs prévus en matière de protection du feuillage.

Il a été impossible d'établir des différences précises et uniformes entre les traitements à cause du nombre inégal d'observations entre les traitements pour chaque densité larvaire. En règle générale, la défoliation a été moindre dans les zones traitées que dans les zones non traitées, mais du point de vue statistique, il n'y avait pas tellement de différences. Dans les zones non traitées, le taux de survie des tordeuses du bourgeon de l'épinette jusqu'à la métamorphose a varié selon les densités de populations aux premiers stades de développement larvaire et se situait entre 8 et 44 % pour le sapin baumier et entre 5 et 25 % pour l'épinette rouge/noire. Les diminutions du taux de survie dans les zones traitées ne sont pas présentées, étant donné qu'elles n'ont pas été utilisées comme mesure de l'efficacité du programme.

Les inventaires aériens et terrestres effectués après l'arrosage ont révélé que dans les plus grandes zones attaquées, bien délimitées, environ 0,73 million d'hectares avaient subi une défoliation modérée à sévère. Des observations sporadiques effectuées au sol à des endroits très différents ont révélé des ravages plus importants, mais il a paru peu pratique de faire des calculs de la superficie défoliée.

D'après l'inventaire des masses d'oeufs, environ 3,57 millions d'hectares devraient connaître une infestation modérée à sévère en 1985. Les niveaux de risque attribués aux parcelles échantillonnées ont indiqué une amélioration générale de l'état des arbres, comme le démontre une diminution de 17 % par rapport à 1983 de la proportion des parcelles témoins classées dans les catégories de défoliation modérée à élevée. Cette amélioration a été attribuée à l'effet combiné du traitement et des facteurs naturels dans les zones traitées et à des facteurs naturels dans les zones non traitées, y compris un bon développement des pousses et des dommages moins importants causés par les larves en 1984.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	i
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX DE L'ANNEXE	vii
PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK - 1984	1
1. PULVÉRISATIONS	
1.1 Territoires traités	2
1.2 Insecticides	2
1.3 Logistique des opérations	4
1.4 Coûts	8
2. INVENTAIRES ET ÉVALUATIONS	
2.1 Calendrier d'intervention	10
2.2 Recensements effectués avant traitement	16
2.3 Recensements effectués après traitement	17
2.4 Évaluation au sol de la défoliation après traitement - Inventaires terrestres	22
2.5 Inventaire aérien de la défoliation	22
2.6 Inventaires des masses d'oeufs et des risques	24
2.7 Inventaire des populations larvaires en hibernation	24
3. EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS	
3.1 Objectifs du programme de pulvérisations	26
3.2 Comparaison entre les résultats généraux et les objectifs	26
3.3 Probabilités de rétention du feuillage sur les parcelles non traitées	30
3.4 Probabilités de rétention du feuillage sur les parcelles traitées	31
3.5 Comparaison entre la défoliation et les densités larvaires - Effets des traitements	34
3.6 Observations météorologiques	34
4. PRÉVISIONS DES INFESTATIONS ET DES RISQUES POUR 1985	39
5. CONCLUSION	42
6. RECOMMANDATIONS	44
7. BIBLIOGRAPHIE	46
8. REMERCIEMENTS	48
9. ANNEXE	50

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Territoires arrosés (en ha et en acres) au Nouveau-Brunswick en 1984, selon l'insecticide, le taux d'application, la préparation et le genre d'aéronef (Irving, 1984)	5
Tableau 2.	Nombre de jours de retard écoulés entre l'ouverture des blocs et la pulvérisation initiale des blocs échantillons pour chaque traitement	7
Tableau 3.	Nombre de jours écoulés entre le premier et le second traitements chimiques des blocs échantillons	7
Tableau 4.	Nombre total de jours nécessaire pour effectuer deux applications de chaque produit chimique sur les blocs échantillons	8
Tableau 5.	Coût des pulvérisations aériennes (sauf les frais généraux de FPL) effectuées dans le cadre du programme de protection des forêts contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1984	9
Tableau 6.	Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage dans les régions administratives du MRN, selon le traitement, l'essence hôte et les rapports avec le nombre total de blocs traités	18
Tableau 7.	Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage sur les parcelles, selon l'essence hôte, le traitement et la densité larvaire avant le traitement	20
Tableau 8.	Tableau récapitulatif (pourcentage de parcelles) des évaluations de la défoliation sur les parcelles échantillonnées pour les densités larvaires avant le traitement (a) comparées aux évaluations sur les parcelles supplémentaires où l'on n'a pas calculé les densités larvaires (b)	28
Tableau 9.	Pourcentage de parcelles pour chaque traitement et pour chaque intervalle de densités larvaires avant le traitement (nombre de larves/branche de 45 cm) selon l'essence	29
Tableau 10.	Comparaison des densités des masses d'oeufs des tordeuses du bourgeon de l'épinette et des niveaux de risque des forêts en 1983 et 1984	40

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1.	Carte illustrant le programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1984	3
Figure 2.	Comparaison des degrés-jour accumulés (seuil de 37 °F/2,78 °C) pour Fredericton de 1979 à 1984	6
Figure 3.	Carte des contours phénologiques du Nouveau-Brunswick	11
Figure 4.	Carte des régions administratives du MRN et des secteurs de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin et de l'épinette choisis dans le cadre du programme de pulvérisations aériennes de 1984	12
Figure 5.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique OW et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	14
Figure 6.	Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique OE et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984	15
Figure 7.	Carte des territoires présentant une défoliation de modérée à sévère au Nouveau-Brunswick en 1984 (d'après les relevés aériens et sur le terrain)	25
Figure 8.	Comparaison des probabilités de rétention de pourcentages donnés du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées pour 1983 et 1984	32
Figure 9.	Comparaison des probabilités de rétention de pourcentages donnés du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées pour 1983 et 1984	32
Figure 10.	Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 60 % ou de 80 % du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs arrosés par des appareils TBM en 1984	33
Figure 11.	Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 60 % ou de 80 % du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs arrosés par de petits aéronefs en 1984	33

Page

Figure 12. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 50 % ou de 75 % du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et des parcelles de blocs arrosés par des appareils TBM en 1984 35

Figure 13. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 50 % ou de 75 % du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs arrosés par de petits aéronefs en 1984 35

Figure 14. Défoliation annuelle du sapin baumier sur des parcelles non traitées et traitées (selon le traitement) basée sur les densités larvaires avant les pulvérisations 36

Figure 15. Défoliation annuelle de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et traitées (selon le traitement) basée sur les densités larvaires avant les pulvérisations 36

Figure 16. Total des précipitations (en mm) et des jours de pluie du 15 juin au 10 juillet 1983 et 1984 dans les régions administratives du MRN 38

Figure 17. Carte des forêts présentant une infestation de modérée à sévère de la tordeuse du bourgeon de l'épinette en 1985 au Nouveau-Brunswick (basée sur 100 masses d'oeufs et plus par 10 m^2 de feuillage) 41

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX DE L'ANNEXE

		Page
Figure A1.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 1E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	51
Figure A2.	Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 1E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984	52
Figure A3.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 1W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	53
Figure A4.	Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 1W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984	54
Figure A5.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 2W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	55
Figure A6.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 2E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	56
Figure A7.	Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 2E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984	57
Figure A8.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 3W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	58
Figure A9.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 3E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	59

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX DE L'ANNEXE

		Page
Figure A10.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 4W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	60
Figure A11.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 4E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	61
Figure A12.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 5W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	62
Figure A13.	Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 5E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984	63
Tableau A1.	Intensité d'échantillonnage selon la région forestière, le traitement et les densités larvaires avant le traitement pour chaque essence hôte	64
Tableau A2.	Intensité d'échantillonnage dans les régions administratives du MRN selon le traitement et les densités larvaires avant le traitement pour chaque essence hôte	68
Tableau A3.	Fréquence des blocs (défoliation seulement) selon la catégorie de défoliation pour chaque traitement et pour chaque essence hôte	72
Tableau A4.	Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage des blocs (blocs échantillonnés avant le traitement et défoliation seulement) dans les régions administratives du MRN selon le traitement et selon les niveaux de défoliation annuelle	73
Tableau A5.	Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage des parcelles (parcelles échantillonnées avant le traitement et défoliation seulement) dans les régions administratives du MRN selon le traitement et selon les niveaux de défoliation annuelle	75

PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK - 1984

Les pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Choristoneura fumiferana (Clem.)) ont eu lieu chaque année depuis 1952, sauf en 1959 (Irving et Webb, 1984). Les bienfaits de ce programme jusqu'en 1976 ont été soulignés par l'équipe de travail pour l'évaluation des alternatives de contrôle de la tordeuse du bourgeon, qui a également étudié les méthodes d'arrosage avec d'autres substances que les produits chimiques (Baskerville, 1976). Bien que huit années se soient écoulées depuis, au cours desquelles le Canada et les États-Unis ont mis sur un pied un programme de recherche important sur la lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (CANUSA), on estime toujours que les pulvérisations aériennes constituent le seul moyen de préserver les résineux face aux infestations sévères de la tordeuse. La protection, toutefois, n'est qu'un élément de la stratégie d'aménagement forestier de la province, auquel viennent s'ajouter le reboisement, l'éclaircie et la récolte ainsi que d'autres activités qui ne sont pas reliées à la tordeuse du bourgeon de l'épinette. Sans protection, les objectifs en matière de rendement et de production de bois soutenus sont impensables.

La seule solution de rechange à l'arrosage chimique aérien à grande échelle est la pulvérisation d'insecticide bactérien Bacillus thuringiensis ou B.t. De récentes réalisations ont permis de fabriquer des préparations de B.t. plus concentrées et à un coût beaucoup moindre (Carrow, 1983), ce qui contribuera probablement à accroître l'utilisation de cet insecticide. Actuellement, il y a encore des problèmes techniques liés à l'application aérienne du B.t. Et par le passé, son efficacité a été beaucoup plus variable que celle des insecticides chimiques (Carrow, 1983). Son coût, toutefois, est encore le principal obstacle à son utilisation au Nouveau-Brunswick en remplacement des produits chimiques.

En 1984, environ 1,03 million d'hectares de forêts d'épinette infestées par la tordeuse ont fait l'objet d'un arrosage aérien au Nouveau-Brunswick. Deux insecticides chimiques et un insecticide B.t. ont été utilisés. Le présent rapport décrit en détail les divers inventaires effectués pour planifier et mener les opérations et pour évaluer le succès du programme à la lumière des objectifs en matière de protection du feuillage. Le présent rapport contient également des prévisions sur l'importance de l'infestation prévue pour 1985, de même que des recommandations sur les futures activités reliées à l'arrosage.

1. PULVÉRISATIONS

Une partie des renseignements contenus dans le présent chapitre est tirée du "RAPPORT DU PROGRAMME DE 1984" de Forest Protection Limited (Irving, 1984). On trouvera également dans ce rapport d'autres détails sur les opérations.

1.1 Territoires traités

Le programme de pulvérisations contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1984 a couvert environ 1,03 million d'hectares, soit environ 30 % de moins que la superficie traitée en 1983. Ce programme a été mis sur pied par le ministère des Ressources naturelles (MRN) par l'intermédiaire du Comité d'étude de la tordeuse du bourgeon du Nouveau-Brunswick (NBBC), créé en 1983. Ce comité est un groupe de travail regroupant tous les titulaires de permis, le MRN (bureau central et bureaux régionaux), Forest Protection Limited (FPL), la Fédération des propriétaires de lots boisés et les ministères de la Santé et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick. Le NBBC a prévu un mécanisme selon lequel les commanditaires du programme et les organismes de réglementation peuvent participer à mesure que le programme est élaboré. Les pulvérisations ont été effectuées sous la direction de FPL. En outre, Forest Patrol Limited (J.D. Irving Ltd.) a arrosé 215 000 ha de terres en tenure libre d'Irving (Oxley, comm. pers.). La superficie arrosée par FPL représentait 87 % du programme initial. Certaines zones ont été supprimées avant le début du programme et d'autres ont été éliminées pour des raisons logistiques et autres pendant la réalisation du programme.

Sur la superficie totale traitée par FPL, 938 474 ha se trouvaient dans la partie industrielle du programme, c'est-à-dire au-delà de la zone tampon de 1,6 km en bordure des habitations permanentes. La superficie restante, soit 92 078 ha, consistait en des boisés privés et en de petits blocs de terres industrielles en tenure libre situés dans la zone tampon à une distance de 300 m à 1,6 km des habitations permanentes. La figure 1 illustre la répartition des zones traitées en 1984.

1.2 Insecticides

En 1984, on a utilisé pour les pulvérisations aériennes un insecticide biologique et deux insecticides chimiques. Les insecticides chimiques étaient le fénitrothion (Sumithion)[1] et l'aminocarbe (Matacil 180F).[2] Quant à l'insecticide biologique, le Thuricide 48LV[3], il contenait la bactérie Bacillus thuringiensis var. kurstaki, communément appelée B.t.

Sources : 1. Sumitomo Canada Ltd.
2. Chemagro Ltd.
3. Zoecon Corporation.

FOREST PROTECTION LIMITED

TERRITOIRES ARROSÉS CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE EN 1984

LÉGENDE

UNE APPLICATION

30 B.I.U./Ha THURICIDE 48LV NON DILUÉ

90 G/Ha MATACIL EN SOLUTION AQUEUSE

210 G/Ha FÉNITROTHION EN SOLUTION AQUEUSE

280 G/Ha FÉNITROTHION EN SOLUTION AQUEUSE

DEUX APPLICATIONS

70 G/Ha MATACIL + 70 G/Ha MATACIL EN SOLUTION AQUEUSE

210 G/Ha FÉNITROTHION + 210 G/Ha FÉNITROTHION EN SOLUTION AQUEUSE

210 G/Ha FÉNITROTHION + 210 G/Ha FÉNITROTHION EN SOLUTION AQUEUSE

échelle

(approximative)

milles

km

(Les blocs ne sont pas à l'échelle.)

Figure 1. Carte illustrant le programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau Brunswick en 1984. (On peut se procurer des cartes à une plus grande échelle du MRN)

Environ 85 % du territoire ont reçu deux applications de fénitrothion ou d'aminocarbe en solution aqueuse, tel que recommandé par le Comité d'étude de la tordeuse du bourgeon du Nouveau-Brunswick et qu'approuvé par le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick. Une deuxième partie de 11,5 % du territoire n'a fait l'objet que d'une seule application d'aminocarbe en solution aqueuse, et la troisième et dernière partie de 3,5 % (37 300 ha) a reçu la seule application prescrite de B.t. non dilué. On trouvera au Tableau 1 un résumé des données sur les territoires, selon l'insecticide, le taux d'application, la préparation et le genre d'aéronef utilisé pour l'épandage.

1.3 Logistique des opérations

Le 26 mai, FPL a été avisée par le MRN que certains blocs de pulvérisation étaient prêts "biologiquement" à être traités avec un insecticide chimique. Cette date était un peu plus tardive que la date normale en raison du temps froid qu'on a connu au printemps 1984. Jusqu'au 23 mai, l'accumulation de chaleur a été plus lente que pour les années 1979-1983 (Figure 2). Toutefois, au début de juin, l'accumulation de degrés-jour est devenue plus normale. Les pulvérisations ont commencé à partir de l'aéroport de Grafton le 26 mai, et se sont terminées le 21 juin.

La période d'arrosage des larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette dure d'habitude de 20 à 25 jours. Pour les insecticides chimiques, on prévoit normalement deux applications et un intervalle d'au moins 5 jours entre les traitements. Cela a pour but d'accroître l'efficacité des pulvérisations et est conforme aux règlements fédéraux et provinciaux qui exigent un intervalle d'au moins 5 jours entre les applications de ces insecticides afin de minimiser tous les dommages écologiques possibles. Le B.t. est appliqué une seule fois, mais plus tard (voir le paragraphe 2.1). Le 10 juin, en raison des retards dus au mauvais temps, il est devenu évident que l'on n'aurait pas le temps d'effectuer les deux applications de produits chimiques dans les délais prévus. Par conséquent, une superficie d'environ 117 800 ha (11,5 % de l'ensemble du programme) a été traitée avec une seule application de Matacil au dosage maximum autorisé par application de 90 g/ha.

On a étudié les retards entre les ouvertures des blocs et la première et la seconde application. Ces renseignements sont avantageux pour évaluer la logistique des opérations de même que l'efficacité de l'arrosage. Le Tableau 2 indique que 80 % des blocs échantillons arrosés par appareil TBM ont fait l'objet de leur premier traitement dans les quatre jours qui ont suivi leur ouverture, et 90 %, dans les six jours. Toutefois, seulement 43 % des blocs échantillons arrosés par de petits aéronefs ont reçu la première application dans les quatre jours qui ont suivi leur ouverture, 63 % dans les six jours et 87 % dans les huit jours. La période de traitement des petits blocs était donc plus longue.

Tableau 1.
Territoires arrosés (en ha et en acres) au Nouveau-Brunswick en 1984, selon l'insecticide, le taux d'application, la préparation et le genre d'aéronef (Irving, 1984)

Taux d'application	Hectares (milliers)	Acres (milliers)	Genre d'aéronef
Une application			
a) 210 g Sumithion/1,46 l/ha (Dowanol, Atlox 3409F et eau)	0,6	1,4	Ag Truck, Brave
b) 280 g Sumithion/1,46 l/ha (Dowanol, Atlox 3409F et eau)	0,4	1,1	Ag Truck
c) 30 B.I.U. Thuricide/ 48LV 2,35 l/ha (non dilué)	37,3	92,1	TBM, Ag Truck, Brave, Pawnee, Bell 206,* Hiller 12E*
d) 90 g Matacil 180F/1,46 l/ha (Atlox 3409F et eau)	117,8	291,2	TBM, Ag Cat
Total partiel	156,1	385,8	
Deux applications			
a) 70 g Matacil 180F/1,46 l/ha + 70 g Matacil 180F/1,46 l/ha (Atlox 3409F et eau)	386,8	955,9	TBM, Ag Cat
b) 210 g Sumithion/1,46 l/ha + 210 g Sumithion/1,46 l/ha (Dowanol, Atlox 3409F et eau)	487,6	1204,8	TBM, Ag Cat, Ag Truck, Brave, Pawnee, Hiller 12E*
Total partiel	874,4	2160,7	
Total général	1030,5	2546,5	

* hélicoptères

DEGRÉS-JOUR ACCUMULÉS POUR FREDERICTON
SEUIL DE 37 °F/2,78 °C

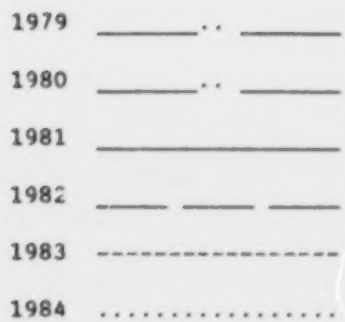


Figure 2. Comparaison des degrés-jour accumulés (seuil de 37 °F/2,78 °C) pour Fredericton de 1979 à 1984

Tableau 2.
Nombre de jours de retard écoulés entre l'ouverture des blocs et la pulvérisation initiale des blocs échantillons pour chaque traitement

Jours de retard	Traitement						
	Appareil TBM				Petit aéronef		
	2 x Fén.	2 x Mat.	1 x Mat.	1 x B.t.	2 x Fén.	2 x Mat.	1 x B.t.
0-2	0	21	0	1	28	4	1
3-4	13	10	0	0	9	3	2
5-6	4	0	1	0	11	1	10
7-8	0	0	2	0	19	0	7
9-10	0	0	3	1	4	0	2
11	0	0	0	0	0	0	9
Nbre total de blocs	17	31	6	2	71	8	30

Tableau 3.
Nombre de jours écoulés entre le premier et le second traitements chimiques des blocs échantillons.

Intervalle entre les applications	Traitement			
	Appareil TBM		Petit aéronef	
	2 x Fén.	2 x Mat.	2 x Fén.	2 x Mat.
5*-6	2	6	12	0
7-8	11	18	28	1
9-10	2	6	22	6
11-12	1	1	7	1
13-14	0	0	2	0
15+	1	0	0	0
Nbre total de blocs	17	31	71	8

* 5 jours = intervalle minimum nécessaire entre les applications

On trouvera au Tableau 3 un résumé de l'intervalle entre la première et la seconde applications d'insecticides chimiques. La majorité des blocs échantillons arrosés par des appareils TBM et par de petits aéronefs a reçu la seconde application dans les dix jours qui ont suivi la première, c'est-à-dire les cinq jours après l'intervalle minimum de cinq jours.

Le Tableau 4 donne en résumé les périodes totales nécessaires pour faire les deux applications de produits chimiques sur les blocs choisis. Quatre-vingt-dix pour cent des blocs arrosés par des appareils TBM ont été traités dans les douze jours qui ont suivi l'ouverture des blocs, tandis qu'il a fallu une période plus longue pour arroser les blocs à l'aide de petits aéronefs. Néanmoins, il semble qu'en 1984, l'arrosage des larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette ait été fait dans des délais acceptables. Si toutefois à l'avenir, il devait y avoir une augmentation appréciable de la quantité de petits blocs à traiter, le nombre et la répartition des petits aéronefs devront faire l'objet d'un examen minutieux pour s'assurer que tous les territoires soient traités en temps voulu.

Tableau 4. Nombre total de jours nécessaire pour effectuer deux applications de chaque produit chimique sur les blocs échantillons

Nombre total de jours	Traitement: Appareil TBM 2 x Fén.	Appareil TBM 2 x Mat.	Petit aéronef 2 x Fén.	Petit aéronef 2 x Mat.
5*-6	1	1	2	0
7-8	1	11	3	0
9-10	7	10	22	0
11-12	4	8	9	5
13-14	2	1	10	3
15-16	2	0	19	0
17-18	0	0	5	0
19-20	0	0	1	0
21+	0	0	0	0
Nombre total de blocs	17	31	71	8

* 5 jours = intervalle minimum nécessaire entre les applications

1.4 Coûts

Le rapport du programme de protection contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette du Nouveau-Brunswick en 1983 (Hartling, 1984) décrivait la méthode selon laquelle les frais généraux et les coûts de l'arrosage sont partagés par le gouvernement provincial et par les commanditaires de l'industrie forestière. Le Tableau 5 présente une comparaison des coûts de l'arrosage en 1984 (sauf les frais généraux) pour la pulvérisation de produits chimiques et de B.t. par des appareils TBM et par de petits aéronefs. L'arrosage par de petits appareils et l'épandage de B.t. se sont révélés les plus coûteux.

Tableau 5. Coût des pulvérisations aériennes (sauf les frais généraux de FPL) effectuées dans le cadre du programme de protection des forêts contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1984

Traitement	Coût ($/ha)	Coût ($/acre)
Appareil TBM - produits chimiques	6,80	2,75
Appareil TBM	11,79	4,77
Petit aéronef - produits chimiques	11,52	4,66
Petit aéronef - B.t.	16,38	6,63

2. INVENTAIRES ET ÉVALUATIONS

En 1984, le MRN a assumé l'entière responsabilité de tous les inventaires et, de toutes les évaluations du programme de pulvérisations contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette et des prévisions qui y étaient rattachées après l'année de transition 1983 au cours de laquelle il avait reçu de l'aide technique du Service canadien des forêts. Le MRN a effectué les inventaires et les évaluations suivants :

1) Calendrier d'intervention .

2) Recensements effectués avant traitement

3) Recensements effectués après traitement

4) Évaluation de la défoliation après traitement - inventaires terrestres

5) Inventaire aérien de la défoliation

6) Inventaires des masses d'oeufs et des risques

7) Inventaire des populations larvaires en hibernation (L2)

2.1 Calendrier d'intervention

Une des exigences d'un programme d'arrosage contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette est un système de surveillance visant à déterminer les meilleurs moments pour commencer le traitement et pour le terminer lorsqu'il ne donne plus les résultats souhaités. Un système d'échantillonnage a donc été mis sur pied sur les blocs d'arrosage et sur les parcelles témoins afin de surveiller le développement et le comportement des larves de la tordeuse ainsi que le développement des pousses sur les essences hôtes, à savoir le sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.)) et l'épinette rouge/noire (Picea rubens Sarg. - P. mariana (Mill.) B.S.P.). En raison des différences entre l'indice de développement des pousses de l'épinette et du sapin baumier et de l'utilisation d'insecticides chimiques et biologiques, il a fallu établir des critères différents pour le calendrier d'intervention. Bien que l'épinette blanche (P. glauca (Moench) Voss) ait fait l'objet d'une surveillance dans certains blocs, on n'a pas établi les dates d'ouverture des blocs pour cette essence. La Figure 3 montre les zones phénologiques traditionnelles pour le déroulement chronologique des opérations d'arrosage contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick (Webb, 1958, MacDonald, 1963).

OUEST EST

Échelle
(approximative)
milles
km

OUEST EST

Figure 3. Carte des contours phénologiques du Nouveau-Brunswick

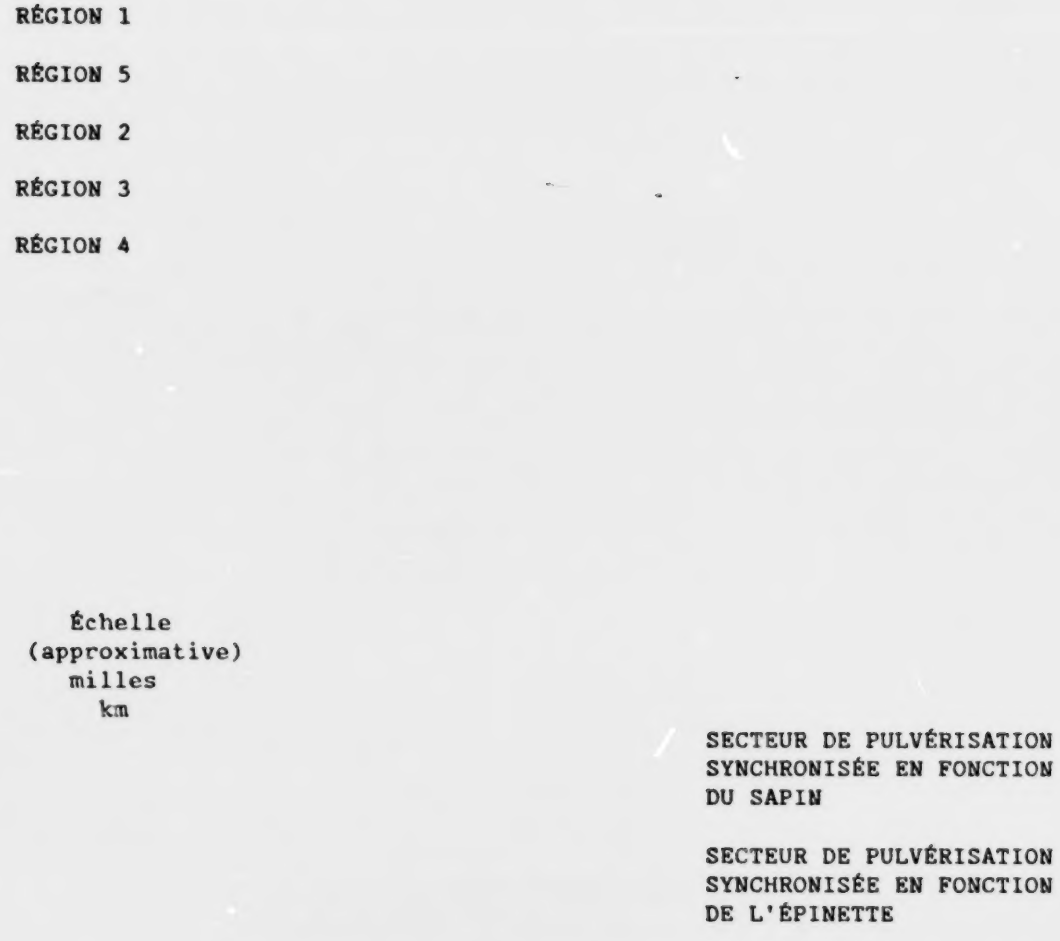


Figure 4. Carte des régions administratives du MRN et des secteurs de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin et de l'épinette choisis dans le cadre du programme de pulvérisations aériennes de 1984

En 1984, la province a été également subdivisée en secteurs de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin et de l'épinette (Figure 4) selon la principale essence hôte présente dans chaque secteur. Seuls le sapin baumier et l'épinette rouge/noire ont été respectivement visés pour les secteurs de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin et de l'épinette. La croissance de la tordeuse du bourgeon de l'épinette (du deuxième âge larvaire à l'âge adulte) a été suivie par la détermination de l'indice de développement larvaire (Dorais et Kettela, 1982). En outre, on a observé le comportement des larves en vue de déterminer quand elles seraient exposées pour la première fois et donc vulnérables aux insecticides. On a donc noté l'état des larves, c'est-à-dire en hibernation, dans les aiguilles, en migration, dans les bourgeons (ou les nouvelles pousses), ou dans les fleurs mâles. On a aussi observé et noté la phénologie des arbres en tant qu'indice de développement des pousses (Dorais et Kettela, 1982) afin de décrire en général le développement des pousses. La catégorie 1 désignait les bourgeons résineux et dans leur enveloppe (écailles). La catégorie 5 désignait le bourgeon complet avec les pousses.

Dans la zone de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin, les blocs qui étaient prêts à être traités avec un insecticide chimique étaient appelés biologiquement "ouverts" ou prêts à être traités lorsqu'il commençait à y avoir des pousses sur les bourgeons des sapins (catégories 3-4). À ce stade, les larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette étaient en général sorties des aiguilles et essaimaient ou se déposaient sur de nouvelles pousses qui étaient soumises à l'action de l'insecticide. Les larves étaient alors considérées comme vulnérables aux produits chimiques par contact ou par ingestion. On a retardé les applications de B.t. dans cette zone jusqu'à ce que les pousses du sapin soient plus grandes (catégories 4 et 5), puisque le B.t. doit être ingéré par les larves pour être efficace, de plus le développement accru des pousses augmentait la superficie disponible pour le dépôt d'insecticide. Comme pour les traitements chimiques, les larves devaient être sorties des aiguilles et essaimer ou se fixer sur de nouvelles pousses, pour que ces blocs soient ouverts.

Dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette, on estimait que l'indice du développement des pousses représentait un avantage limité en raison de l'indice de développement des pousses beaucoup plus lent pour les épinettes rouges/noires que pour le sapin baumier. En fait, des observations effectuées en 1983 ont révélé que les "catégories" équivalentes pour l'épinette rouge/noire n'étaient atteintes que plusieurs semaines après le sapin baumier. Par conséquent, les critères d'intervention pour les applications de produits chimiques sur l'épinette rouge/noire consistaient en ce que les larves avaient atteint le sommet du troisième âge larvaire, et qu'une grande partie de ces larves essaimait sur les branches. On a retardé les applications de B.t. dans ce secteur jusqu'au débourrement des bourgeons (approx. catégorie 2) de l'épinette rouge/noire.

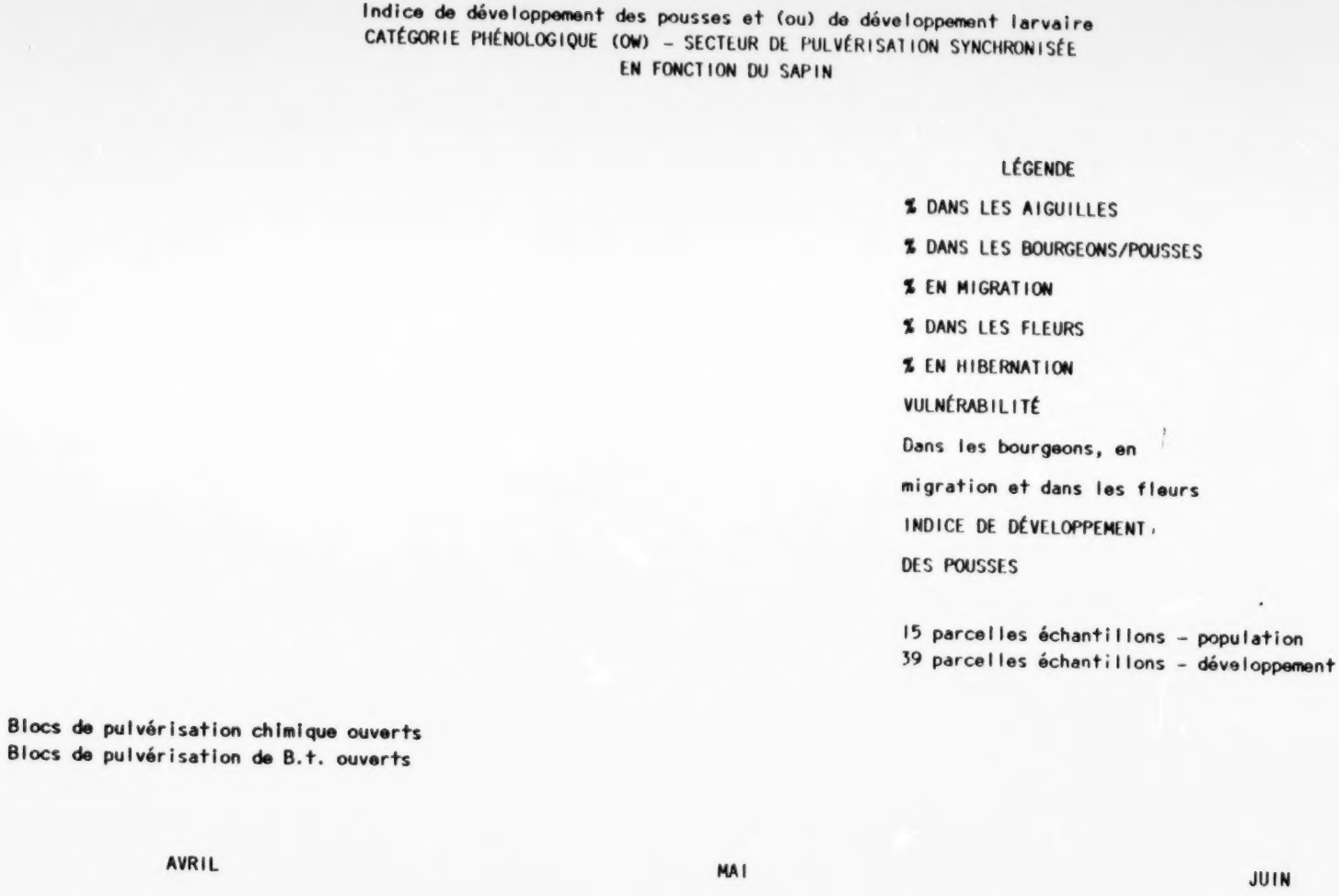
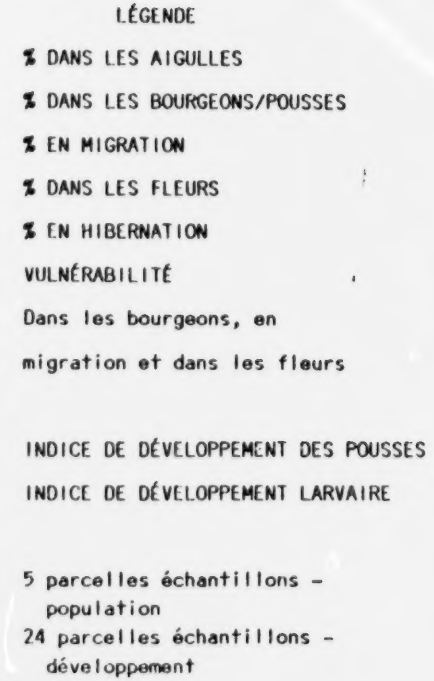


Figure 5. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique OW et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indice de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (OE) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE
EN FONCTION DE L'ÉPINETTE

blocs de pulvérisation chimique ouverts
blocs de pulvérisation de B.t. ouverts



MAI JUIN

Figure 6. Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique OE et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984

On trouvera des exemples des rapports entre le comportement des insectes et le développement des larves et des pousses en 1984 à la figure 5 pour le sapin et à la figure 6 pour l'épinette (secteurs phénologiques zéro Ouest (OW) et zéro Est (OE)). Les figures A1 à A13 de l'Annexe contiennent des graphiques de développement pour les secteurs phénologiques 1 à 6 et pour les secteurs de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin et de l'épinette.

Pour la documentation sur l'"interface biologique" ou les rapports entre les dépôts d'insecticide et la mortalité des larves, le lecteur est prié de se reporter aux travaux de Varty et Godin (1983).

2.2 Recensements effectués avant traitement

En plus de surveiller le développement et le comportement des arbres et des larves, on s'est efforcé de recenser les populations avant le traitement dans les blocs de pulvérisation et les zones témoins. Chaque parcelle consistait en des extrémités de branches individuelles de 45 cm provenant de la mi-cîme de trois sapins baumiers et de trois épinettes rouges/noires (ou de trois épinettes blanches le cas échéant). D'après l'expérience acquise, le nombre de jeunes larves présentes donnait une idée de la sévérité de la défoliation prévue au cas où les applications ne seraient pas faites. Par le passé, l'échantillonnage avant le traitement permettait d'éliminer les zones du programme de pulvérisations où les échantillons présentaient constamment un nombre minime de larves (c'est-à-dire en général moins de 3 à 5 larves par extrémité de branche de 45 cm) dans la zone-cible, puisque la défoliation ne dépasse pas d'habitude 30 % pour ces densités larvaires.

Les résultats de ces efforts en 1984 ont révélé des variations extrêmes dans les niveaux de populations avant le traitement, entre les parcelles des blocs de pulvérisation et les zones témoins. Bien qu'un nombre considérable de parcelles se situe dans l'intervalle inférieur, ces parcelles étaient accompagnées en général de parcelles où les densités larvaires étaient de modérées à élevées. Cela laissait supposer que l'on pouvait s'attendre à des niveaux de défoliation variables. Mais il était difficile de conclure que les niveaux de populations étaient assez faibles pour justifier la suppression de zones du programme de pulvérisations. Le Tableau 6 contient un résumé de l'intensité de l'échantillonnage dans le cadre du programme et le Tableau 7, un résumé des populations des larves avant le traitement, sur les parcelles traitées et non traitées. On trouvera des résumés régionaux pour les blocs et les parcelles respectivement aux Tableaux A1 et A2 de l'Annexe.

2.3 Recensements effectués après traitement

On a inclu deux genres de recensements après le traitement dans le plan d'échantillonnage du programme de pulvérisations. Lorsque le temps le permettait, on prélevait des échantillons plusieurs jours après la première application d'insecticide chimique pour déterminer si les populations larvaires avaient été réduites suffisamment pour renoncer à une seconde application. Cela n'a pas été le cas pour le programme de 1984, en raison des variations extrêmes dans les données et du peu de temps dont on disposait pour effectuer de nouveaux recensements. Des recensements continus sur le développement larvaire pour chaque essence hôte ont permis de déterminer quand il était trop tard pour poursuivre l'arrosage dans une zone et ainsi quand il était temps de mettre un terme aux opérations.

Il y a eu un autre échantillonnage des populations larvaires après le traitement. Cet échantillonnage a été effectué conjointement avec des travaux sur le développement larvaire servant à déterminer quand les larves avaient fini de se nourrir et avaient atteint la métamorphose. À ce stade, on a effectué une étude sur la métamorphose après le traitement. Les données recueillies ont permis de calculer le taux de survie normal jusqu'à la métamorphose dans les zones témoins non traitées, ainsi que la diminution du taux de survie attribuable au traitement (c'est-à-dire la mortalité attribuable aux insecticides) dans les zones traitées. Même si on pouvait ainsi calculer la diminution des populations due au traitement (Abbott, 1925), on n'estimait pas que ces résultats permettaient d'évaluer l'efficacité du traitement. Celle-ci était mesurée selon les objectifs en matière de protection du feuillage (paragraphe 3.1). Autrement dit, un taux de mortalité de 90 % aux premiers âges larvaires pouvait bien correspondre à la protection du feuillage. Par ailleurs, puisque les larves des derniers stades causent la plus grande partie de la défoliation après le minage des aiguilles, un taux de 90 % de mortalité aux derniers âges larvaires ne réussirait peut-être pas beaucoup à protéger le feuillage, même s'il pouvait influer sur les populations locales (sauf les invasions de papillons femelles). C'est pourquoi, nous n'avons pas traité de la mortalité larvaire due au traitement dans le présent rapport. Toutefois, la survie naturelle variait selon les densités larvaires de 8 à 44 % pour le sapin baumier et de 5 à 25 % pour l'épinette rouge/noire.

Tableau 6. Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage dans les régions administratives du MRN, selon le traitement, l'essence hôte et les rapports avec le nombre total de blocs traités.

Nombre de parcelles échantillons

Région*	Aéronef et traitement**	Sapin baumier	Épinette rouge/noire	Épinette blanche	Nombre de blocs échantillons	Nombre de blocs traités	% de blocs de pulv. échantillons
1	a) Contrôles	203	119	28	8	--	--
	b) TBM-2 x Fén.	54	21	30	2	7	29
	TBM-2 x Mat.	179	176	21	11	14	79
	TBM-1 x Mat.	146	89	32	4	6	67
	Totaux	379	286	83	17	27	63
	c) PA-2 x Fén.	133	64	38	12	93	13
	PA-2 x Mat.	10	4	5	1	1	100
	PA-1 x B.t.	20	9	0	1	1	100
	Totaux	163	77	43	14	95	15
2	a) Contrôles	77	170	0	10	--	--
	b) TBM-2 x Fén.	28	27	0	1	4	25
	TBM-2 x Mat.	343	372	5	15	23	65
	TBM-1 x Mat.	58	49	0	2	4	50
	Totaux	429	448	5	18	31	58
	c) PA-2 x Fén.	158	161	5	15	63	24
	PA-2 x Mat.	36	65	2	7	12	58
	Totaux	194	226	7	22	75	29
3	a) Contrôles	36	51	0	2	--	--
	b) TBM-2 x Mat.	46	82	1	4	9	44
	c) PA-2 x Fén.	109	190	1	20	70	29
	PA-1 x B.t.	45	31	1	5	25	20
	Totaux	154	221	2	25	95	26
4	a) Contrôles	92	64	3	7	--	--
	b) TBM-2 x Fén.	73	136	2	7	9	78
	TBM-2 x Mat.	20	29	0	1	2	50
	TBM-1 x B.t.	47	39	0	2	2	100
	Totaux	140	204	2	10	13	77
	c) PA-2 x Fén.	191	183	11	20	98	20
	PA-1 x B.t.	178	190	9	24	85	28
	Totaux	369	373	20	44	183	24

Tableau 6. (suite)

Nombre de parcelles échantillons

Région*	Aéronef et traitement**	Sapin baumier	Épinette rouge/noire	Épinette blanche	Nombre de blocs échantillons	Nombre de blocs traités	% de blocs de pulv. échantillons
5	a) Contrôles	16	11	3	5	--	--
	b) TBM-2 x Fén.	162	81	35	6	18	33
	TBM-2 x Mat.	0	0	0	0	3	0
	Totaux	162	81	35	6	21	28
	c) PA-2 x Fén.	55	25	9	4	48	8
	PA-1 x B.t.	0	0	0	0	2	0
	Totaux	55	25	9	4	50	8
Totaux pour la province							
	a) Contrôles	424	415	34	32	--	--
	b) TBM-2 x Fén.	317	265	67	16	38	42
	TBM-2 x Mat.	588	659	27	31	51	61
	TBM-1 x Mat.	204	138	32	6	10	60
	TBM-1 x B.t.	47	39	0	2	2	100
	Totaux	1156	1101	126	55	101	55
	c) PA-2 x Fén.	646	623	64	71	372	19
	PA-2 x Mat.	46	69	7	8	13	62
	PA-1 x B.t.	243	230	10	30	113	27
	Totaux	935	922	81	109	498	22

* Régions = régions administratives du MRN, indiquées à la figure 4
** Contrôles = zones témoins non traitées
PA = petit aéronef utilisé pour la pulvérisation
TBM = appareil TBM utilisé pour la pulvérisation

Tableau 7. Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage sur les parcelles, selon l'essence hôte, le traitement et la densité larvaire avant le traitement

Essence hôte	Aéronef - traitement	Parcelles perdues[a]	Nombre de parcelles échantillons (Dens. larv. avant le traitement/branche de 45cm) (0-9)	(10-19)	(20-29)	(30-39)	(40+)	Total	Déf. seul.	Total gén.
Sapin baumier	Contrôles	5	267	120	25	6	1	419	0	424
	(%)		(64)	(29)	(6)	(1)	(1)	(100)		
	TBM-2 x Fén.	4	152	107	16	4	0	279	34	317
	TBM-2 x Mat.	4	149	107	25	1	3	285	299	588
	TBM-1 x Mat.	0	21	12	11	5	1	50	154	204
	TBM-1 x B.t	0	22	6	1	0	0	29	18	47
	Totaux partiels	8	344	232	53	10	4	643	505	1156
	(%)		(53)	(36)	(8)	(2)	(1)	(100)		
	PA[b]-2 x Fén.	4	103	63	10	3	0	179	463	646
	PA-2 x Mat.	0	16	8	0	1	0	25	21	46
	PA-1 x B.t.	5	95	85	16	4	1	201	37	243
	Totaux partiels	9	214	156	26	8	1	405	521	935
	(%)		(53)	(39)	(6)	(2)	(1)	(100)		
	Irving[c]	0	0	0	0	0	0	0	313	313
	Totaux[d]	22	825	508	104	24	6	1467	1339	2828
	(%)		(56)	(35)	(7)	(2)	(1)	(100)		
Épinette rouge/ noire	Contrôles	5	192	148	54	13	3	410	0	415
	(%)		(47)	(36)	(13)	(3)	(1)	(100)		
	TBM-2 x Fén.	3	99	62	11	5	3	180	82	265
	TBM-2 x Mat.	3	115	125	46	7	3	296	360	659
	TBM-1 x Mat.	0	6	11	6	1	1	25	113	138
	TBM-1 x B.t.	0	8	13	4	2	0	27	12	39
	Totaux partiels	6	228	211	67	15	7	528	567	1101
	(%)		(43)	(40)	(13)	(3)	(1)	(100)		
	PA-2 x Fén.	0	55	69	22	9	22	177	446	623
	PA-2 x Mat.	0	11	11	2	0	0	24	45	69
	PA-1 x B.t.	9	54	70	37	16	8	185	36	230
	Totaux partiels	9	120	150	61	25	30	386	527	922
	(%)		(31)	(39)	(16)	(6)	(8)	(100)		
	Irving	0	0	0	0	0	0	0	213	213
	Totaux	20	540	509	182	53	40	1324	1307	2651
	(%)		(41)	(38)	(14)	(4)	(3)	(100)		

Tableau 7. (suite)

Essence hôte	Aéronef - traitement	Parcelles perdues[a]	Nombre de parcelles échantillons (Dens. larv. avant le traitement/branche de 45 cm) (0-9)	(10-19)	(20-29)	(30-39)	(40+)	Total	Déf. seul.	Total gén.
Sapin baumier	Contrôles	0	26	8	0	0	0	34	0	34
	(%)		(76)	(24)	(0)	(0)	(0)	(100)		
	TBM-2 x Fén.	0	34	27	1	3	0	65	2	67
	TBM-2 x Mat.	0	5	2	2	1	1	11	16	27
	TBM-1 x Mat.	0	0	0	0	0	0	0	32	32
	Totaux partiels	0	39	29	3	4	1	76	50	126
	(%)		(51)	(38)	(4)	(5)	(1)	(100)		
	PA-2 x Fén.	0	3	3	2	1	1	10	54	64
	PA-2 x Mat.	0	5	0	0	0	0	5	2	7
	PA-1 x B.t.	0	1	4	4	0	1	10	0	10
	Totaux partiels	0	9	7	6	1	2	25	56	81
	(%)		(36)	(28)	(24)	(4)	(8)	(100)		
	Irving	0	0	0	0	0	0	0	63	63
	Totaux	0	74	44	9	5	3	135	169	304
	(%)		(54)	(32)	(7)	(4)	(2)	(100)		

a - Parcelles perdues = parcelles qui ont fait l'objet d'une récolte avant la pulvérisation.
b - PA = petit aéronef de pulvérisation.
c - Irving = parcelles sur les terres en tenure libre d'Irving arrosées par Forest Patrol Ltd.
d - Noter que les totaux ne sont pas cumulatifs en raison de l'échantillonnage de plusieurs essences dans les peuplements mixtes.

2.4 Évaluation au sol de la défoliation après traitement - Inventaires terrestres

Lors de l'inventaire des larves à l'état de chrysalide après le traitement, on a effectué des évaluations finales de la défoliation de l'année aux mêmes endroits qui avaient fait l'objet d'un échantillonnage initial pour recueillir des données avant le traitement dans les zones témoins traitées et non traitées. En outre, dans le cadre de cet inventaire, on a décidé de recueillir des renseignements supplémentaires sur la défoliation à partir des blocs traités qui n'avaient pas été échantillonnés dans le cadre de l'inventaire qui avait précédé les pulvérisations. Nous avons ainsi été en mesure d'accroître la base de données en vue de déterminer les avantages du programme quant aux objectifs en matière de protection du feuillage. Toutefois, ces renseignements ne pouvaient être utilisés pour établir ou examiner tous les rapports relatifs à la défoliation prévus en raison de l'absence de dénombrements larvaires avant le traitement. Le nombre de parcelles échantillonnées en vue de recueillir des renseignements additionnels sur la défoliation et leur répartition sont indiqués au Tableau 7.

On a effectué des évaluations oculaires de la défoliation actuelle en examinant la défoliation de l'ensemble des arbres échantillonnés et en vérifiant les niveaux de défoliation sur deux extrémités de branches de 45 cm provenant de la mi-cîme de chaque arbre. Les évaluations de la défoliation de l'année du sapin baumier et de l'épinette blanche étaient basées sur un système de onze catégories. Ce système comportait dix catégories de pourcentages et une catégorie qui représentait la destruction complète des aiguilles et des axes des pousses de l'année. Par ailleurs, la défoliation de l'épinette rouge/noire a été évaluée à l'aide d'un système de quatre catégories de 25 %. La nécessité d'un meilleur système d'évaluation des dommages sur l'épinette rouge/noire a été soulignée par Trial (1984) et Spies (1984), qui ont constaté que le minage des bourgeons causait des dommages importants avant le développement des pousses.

2.5 Inventaire aérien de la défoliation

Un inventaire aérien de la défoliation a lieu chaque année au Nouveau-Brunswick une fois que les larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette ont cessé de se nourrir et que le feuillage des arbres hôtes a pris une coloration brun rougeâtre, caractéristique des dégâts causés par la tordeuse. Cet inventaire annuel donne une idée précise de la répartition et de la sévérité des ravages causés par la tordeuse dans la

province. Les années où le mauvais temps ne nuit pas à l'inventaire, celui-ci peut aider à évaluer l'atténuation de la défoliation par l'arrosage dans les zones traitées. Des observateurs qualifiés survolent la province dans des appareils de type Cessna dans des couloirs est-ouest espacés d'environ 5 km. Au moyen de cartes de travail à l'échelle de 1 pouce = 3 milles comme aides à la navigation, les observateurs délimitent les secteurs de défoliation légère, modérée et sévère.

L'inventaire aérien de 1984 a été affecté par la pluie, les grands vents et une mauvaise visibilité (brouillard) pendant sa période optimale. Néanmoins, il a été effectué à l'aide de neuf aéronefs. On a également effectué un inventaire terrestre des niveaux de défoliation des arbres, à 5 000 endroits dans la province. On a utilisé ces renseignements pour mieux reconnaître les secteurs défoliés non décelés du haut des airs et à mieux délimiter les peuplements défoliés.

Grâce aux renseignements obtenus lors de ces deux inventaires, on a établi une carte de la défoliation indiquant une défoliation modérée à sévère sur une superficie d'environ 0,73 million d'hectares en 1984 (Figure 7). Ce total représentait les zones de défoliation plus importantes et mieux délimitées dans la province, comparativement à l'estimation de 2,03 millions d'hectares de défoliation modérée à sévère en 1983. Même si l'on a décelé une défoliation légère et des poches isolées de défoliation modérée à sévère dans la province en 1984, on n'a pas tenté d'obtenir des évaluations de zones en raison de la difficulté de l'établissement de limites autour des points d'observation. Malgré les préoccupations initiales au sujet de la fiabilité des résultats de l'inventaire aérien, une comparaison des observations aériennes et terrestres de la défoliation ont révélé que les résultats obtenus concordaient en général avec ceux de l'inventaire aérien initial, même si l'on n'a fait aucune tentative pour utiliser ces renseignements dans le cadre du programme de pulvérisations.

En ce qui a trait à la Figure 7, il y avait comme des rayures rattachées à la carte de la défoliation. Ce phénomène était surtout attribuable aux méthodes employées pour recueillir et interpréter les renseignements. Dans les prochains inventaires, on devrait songer à utiliser des couloirs plus étroits pour éliminer ce phénomène, en tenant naturellement compte du fait qu'il y aura des limitations relatives aux conditions météorologiques et à la disponibilité d'un nombre suffisant d'observateurs qualifiés.

2.6 Inventaires des masses d'oeufs et des risques

Des inventaires des masses d'oeufs de la tordeuse du bourgeon de l'épinette et des risques qu'elle présente ont été effectués chaque année dans la province pour prédire la sévérité et la répartition des populations de tordeuses et l'état des arbres pour l'année suivante. C'est surtout à partir de ces éléments que les programmes de protection pour l'année suivante sont conçus initialement. Les méthodes et procédés utilisés pour l'échantillonnage des masses d'oeufs et les niveaux de risque ont été étudiés récemment par Dorais et Kettela (1982). En 1984, on a échantillonné en tout 1 476 parcelles, soit un peu plus que les 1 316 parcelles échantillonnées en 1983 et un peu moins que les 1 753 et 1 740 parcelles échantillonnées respectivement en 1982 et 1981. Les prévisions des niveaux d'infestation et de risque pour 1985 tirées de cette étude sont présentées au chapitre 4.

2.7 Inventaire des populations larvaires en hibernation

Une fois sorties des oeufs, les larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette se répartissent sur les arbres hôtes en cherchant des abris, tels que de vieilles fleurs mâles ou des interstices dans l'écorce. Les larves se tissent alors des cocons appelés "hibernaculae". Elles muent et atteignent le deuxième âge larvaire (L2) et hibernent. On peut prélever des échantillons pendant ce stade pour améliorer les prévisions des infestations fournies par l'inventaire des masses d'oeufs (Dorais et Kettela, 1982). On a prélevé environ 1 500 échantillons sur les populations en hibernation pendant l'hiver de 1984-1985. On peut utiliser d'autres échantillons L2 pour déterminer si des zones particulièrement intéressantes comportent de fortes populations de larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette et doivent être protégées, ou bien si ces zones comportent des populations faibles et peuvent être éliminées. Cet inventaire devait se poursuivre pendant l'hiver. C'est pourquoi nous ne disposons pas des résultats voulus pour le présent rapport.

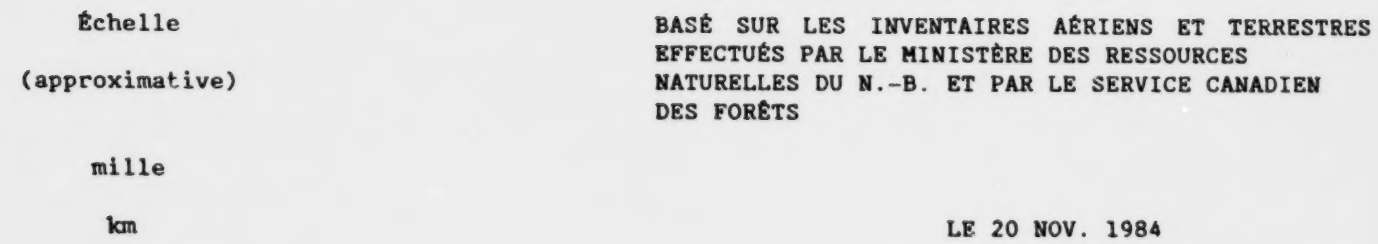


Figure 7. Carte des territoires présentant une défoliation de modérée à sévère au Nouveau-Brunswick en 1984

3. EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS

3.1 Objectifs du programme de pulvérisations

Le cycle alimentaire non contrôlé de la tordeuse a de nombreux effets nuisibles pour les arbres hôtes et les peuplements, y compris la mort des radicelles et la diminution de la vigueur des arbres; un manque de croissance et l'augmentation de la mortalité des arbres; une réduction de la production de cônes et de semences; ainsi que des problèmes de régénération. La sévérité des dommages dépend des interactions entre de nombreux facteurs, entre autres : l'âge des arbres, la vigueur des arbres, la composition des peuplements, l'emplacement, les conditions atmosphériques et l'intensité et la durée de l'infestation. Le principal facteur qui cause ces effets nuisibles est l'effet cumulatif de la défoliation de l'année et parfois de vieilles catégories d'aiguilles. L'objectif annuel du programme de pulvérisations consiste donc à réduire en temps voulu le nombre de larves qui se nourrissent sur les arbres infestés dans les zones cibles, ou dans les blocs d'arrosage, pour limiter la sévérité de la défoliation de l'année. Les objectifs du programme avaient surtout pour but de conserver 60 % des aiguilles qui ont poussé en 1984 sur le sapin baumier (et sur l'épinette blanche) et 50 % des aiguilles qui ont poussé en 1984 sur l'épinette rouge/noire. Réciproquement, cela signifiait la limitation de la défoliation annuelle à moins de 40 % et de 50 % respectivement pour ces essences. La raison de l'adoption d'un objectif plus souple pour les épinettes rouges/noires était leur vulnérabilité moindre (MacLean, 1980) et un seuil de population plus élevé pour une défoliation équivalente. En raison de la présence limitée de l'épinette blanche dans les blocs d'arrosage, les observations faites sur cette essence sont restreintes, mais elles ont été incluses néanmoins pour discussion ultérieure.

3.2 Comparaison entre les résultats généraux et les objectifs

Les résultats des évaluations effectuées après le traitement ont révélé que tous les blocs échantillons arrosés à l'aide d'un appareil TBM dans le cadre du programme industriel de 1984* présentaient des niveaux moyens de défoliation qui répondaient aux objectifs du programme en limitant la défoliation de l'année à 40 % ou moins pour le sapin baumier et à 50 % ou moins pour l'épinette rouge/noire, quel que soit le traitement appliqué. Toutefois, pour l'épinette blanche, les niveaux moyens de défoliation dépassaient les niveaux souhaités pour un bloc arrosé par appareil TBM. Les résultats de la

---

* Note : Contrairement à l'année précédente, en 1984, de petits blocs de la zone industrielle (c'est-à-dire des blocs situés à plus de 1,6 km des habitations permanentes) ont été traités à l'aide de petits aéronefs ainsi que d'appareils TBM.

pulvérisation effectuée par de petits appareils ont également été excellents, même si un bloc traité avec du fénitrothion et deux blocs traités avec du B.t. présentaient des niveaux de défoliation pour le sapin baumier qui dépassaient les seuils souhaités. En outre, un bloc qui a fait l'objet d'une pulvérisation de B.t. par un petit aéronef présentait une défoliation excessive pour l'épinette blanche.

Malgré ces résultats encourageants dans l'ensemble, on a déterminé d'après les données sur le contrôle recueillies pour les zones non traitées que même dans une proportion élevée de ces zones choisies, les niveaux de défoliation moyens se situaient également en général dans les seuils prévus. Ces observations étayaient les variations prévues dans les niveaux de défoliation que l'on avait prévu après un examen préliminaire des dénombrements de larves avant le traitement. Ainsi, les avantages les plus appréciables du traitement, qui étaient cachés par les résultats généraux obtenus pour ces blocs, ont été examinés plus étroitement par parcelle comme suit.

Le Tableau 8 contient un résumé général pour la province du pourcentage de parcelles échantillons pour chaque traitement, chaque catégorie de défoliation et chaque essence hôte. Les comparaisons des traitements étaient quelque peu limitées en raison des différences entre l'intensité d'échantillonnage dans chaque traitement et les différences entre les densités larvaires avant le traitement (Tableau 9). Néanmoins, pour le sapin baumier et l'épinette rouge/noire, 90 % ou plus des parcelles de chaque traitement ont répondu aux objectifs du programme, à savoir la rétention de 60 % ou de 50 % ou plus des aiguilles de l'année respectivement pour chaque essence hôte. Les résultats obtenus pour l'épinette blanche étaient beaucoup moins favorables, même s'il y a eu moins d'observations. Les résultats des échantillons supplémentaires de défoliation (blocs échantillonnés en l'absence de renseignements avant le traitement) sont également indiques aux Tableaux 8 et A3 aux fins de comparaison. Ces résultats viennent appuyer les observations précitées. Il s'agit là des données sur la défoliation provinciale. Quant aux données sur la défoliation régionale, elles sont résumées aux Tableaux A4 et A5 de l'Annexe.

Malgré le nombre impressionnant de parcelles traitées qui répondent aux objectifs du programme, on doit reconnaître que 75 % des parcelles témoins du sapin baumier, 98 % des parcelles témoins de l'épinette rouge/noire et 79 % des parcelles témoins de l'épinette blanche présentaient également des niveaux de défoliation qui ne dépassaient pas les seuils prévus dans le cadre du programme, même si les niveaux de population étaient semblables à ceux des zones traitées. Cette situation s'expliquait par le bon feuillage des arbres et par une diminution des dommages causés par la tordeuse. On a également estimé que ces observations avaient été influencées par le temps froid du printemps (paragraphe 1.3) et par des précipitations accrues plus tard pendant l'été au cours de la période des plus gros ravages causés par les larves (paragraphe 3.7).

Tableau 8. Tableau récapitulatif (pourcentage de parcelles) des évaluations de la défoliation sur les parcelles échantillonnées pour les densités larvaires avant le traitement (a) comparées aux évaluations sur les parcelles supplémentaires où l'on n'a pas calculé les densités larvaires (b)

Essence hôte	Catégorie de déf. (%)	Traitement															
		Contrôle	Appareil TBM								Petit aéronef						Irving
			2 x Fén.		2 x Mat.		1 x Mat.		1 x B.t.		2 x Fén.		2 x Mat.		1 x B.t.		
		a)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	b)
Sapin baumier	0-20	50	74	76	73	80	66	71	86	90	72	75	80	86	73	100	89
	21-40	25	20	21	18	12	24	19	14	11	19	17	16	14	16	0	8
	41-60	12	5	3	5	5	6	7	0	0	6	5	4	0	6	0	2
	61-80	10	1	0	3	2	4	3	0	0	3	3	0	0	4	0	1
	81-100	3	0	0	1	1	0	<1	0	0	0	<1	0	0	1	0	0
(Nombre de parcelles)		(419)	(279)	(34)	(285)	(299)	(50)	(154)	(29)	(18)	(179)	(463)	(25)	(21)	(201)	(37)	(313)
Épinette rouge/ noire	0-25	78	87	84	78	91	100	90	96	100	85	93	100	98	91	100	97
	26-50	20	12	16	20	8	0	7	4	0	14	6	0	2	7	0	3
	51-75	2	1	0	1	<1	0	3	0	0	1	<1	0	0	2	0	0
	76-100	0	0	0	1	<1	0	0	0	0	0	<1	0	0	0	0	0
(Nombre de parcelles)		(410)	(180)	(82)	(296)	(360)	(25)	(113)	(27)	(12)	(177)	(446)	(24)	(45)	(185)	(36)	(213)
Épinette blanche	0-20	32	23	50	36	69	0	50	0	0	90	63	60	100	70	0	79
	21-40	47	42	50	36	25	0	16	0	0	10	33	20	0	0	0	13
	41-60	15	23	0	18	0	0	16	0	0	0	4	0	0	30	0	5
	61-80	3	12	0	9	6	0	16	0	0	0	0	20	0	0	0	3
	81-100	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Nombre de parcelles)		(34)	(65)	(2)	(11)	(16)	(0)	(32)	(0)	(0)	(10)	(54)	(5)	(2)	(10)	(0)	(63)

Tableau 9. Pourcentage de parcelles pour chaque traitement et pour chaque intervalle de densités larvaires avant le traitement (nombre de larves/branche de 45 cm) selon l'essence

Essence hôte	Densité larvaire	Traitement							
			Appareil TBM				Petit aéronef		
		Contrôle	2 x Fén.	2 x Mat.	1 x Mat.	1 x B.t.	2 x Fén.	2 x Mat.	1 x B.t.
Sapin baumier	0-9	64	55	52	42	76	58	64	47
	10-19	29	38	38	24	21	35	32	42
	20-29	6	6	9	22	3	6	0	8
	30-39	1	1	1	10	0	2	4	2
	40+	1	0	1	2	0	0	0	1
(Nombre de parcelles)		(419)	(279)	(285)	(50)	(29)	(179)	(25)	(201)
Épinette rouge/ noire	0-9	47	55	39	24	30	31	46	29
	10-19	36	34	42	44	48	39	46	38
	20-29	13	6	16	24	15	12	8	20
	30-39	3	3	2	4	7	5	0	9
	40+	1	2	1	4	0	12	0	4
(Nombre de parcelles)		(410)	(180)	(296)	(25)	(27)	(177)	(24)	(185)
Épinette blanche	0-9	77	52	45	0	0	30	100	10
	10-19	23	42	18	0	0	30	0	40
	20-29	0	1	18	0	0	20	0	40
	30-39	0	5	9	0	0	10	0	0
	40+	0	0	9	0	0	10	0	10
(Nombre de parcelles)		(34)	(65)	(11)	(0)	(0)	(10)	(5)	(10)

3.3 Probabilités de rétention du feuillage sur les parcelles non traitées

Dans le rapport sur le programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick de 1983 (Hartling, 1984), on a signalé le fait que l'efficacité du traitement ne pouvait être séparée de l'évaluation de la densité larvaire initiale. Toutes choses égales d'ailleurs, avec une augmentation de la densité des populations, on pourrait s'attendre à la possibilité de dommages accrus ou réciproquement, à la possibilité d'une moins grande rétention naturelle du feuillage des branches infestées. Pour illustrer ce principe, on a calculé une série de "probabilités"[1] de rétention du feuillage pour divers niveaux de populations et arbres hôtes sur les parcelles non traitées. Ces calculs sont venus confirmer ce principe et ont également souligné le fait qu'un seuil de population d'insectes plus élevé était nécessaire pour entraîner pour l'épinette rouge/noire à peu près les mêmes "catégories" de défoliation que pour le sapin baumier.

Des calculs semblables ont été effectués avec les données recueillies en 1984 et les résultats obtenus ont été comparés à ceux de 1983 (Figures 8 et 9). En raison d'une légère modification des catégories de défoliation de façon à correspondre aux objectifs de 1984, les seuils de rétention du feuillage examinés étaient légèrement différents de ceux de l'année précédente. Néanmoins, on a comparé certaines années, comme suit :

1. On a de nouveau constaté la tendance à des probabilités décroissantes pour des seuils précis de rétention naturelle du feuillage du sapin baumier pour toute la gamme de populations larvaires observées, mais à des niveaux beaucoup plus élevés que l'an dernier (environ 25 à 45 % de plus en moyenne).

2. Les seuils plus élevés de population et de défoliation pour l'épinette rouge/noire à comparer à ceux du sapin baumier étaient encore évidents en 1984, quoiqu'à des niveaux beaucoup plus élevés qu'en 1983.

3. Dans toute la gamme de densités de populations observées en 1984, il y avait une très forte probabilité que 50 % du feuillage de l'épinette rouge/noire se conserve naturellement sans pulvérisation. En fait, il y avait en général une probabilité de plus de 70 % que 75 % ou plus du feuillage soit maintenu avec 30 larves et plus par extrémité de branche de 45 cm.

---

[1] le mot "probabilité" a été défini comme le pourcentage de parcelles échantillonnées où la quantité de feuillage conservée était égale ou supérieure au niveau de rétention du feuillage souhaité.

Tel que mentionné auparavant, on a supposé que ces observations avaient été probablement influencées par la combinaison d'un bon développement des pousses sur les arbres et de dommages moins intenses causés par la tordeuse en raison du temps plus froid et plus humide en 1984 qu'en 1983.

On a calculé les probabilités régionales de l'obtention des seuils de rétention du feuillage souhaités. Les différences dépendaient beaucoup de la taille des échantillons (c'est-à-dire le nombre de parcelles dans chaque intervalle de densités larvaires) et de l'intensité d'échantillonnage (à savoir le nombre de parcelles dans chaque région).

3.4 Probabilités de rétention du feuillage sur les parcelles traitées

A l'aide des probabilités calculées pour 1984 à l'égard de la rétention normale du feuillage en l'absence de pulvérisation, on a effectué des comparaisons, avec des valeurs semblables, entre les parcelles traitées pour savoir si les effets du traitement étaient décelables au point de vue des probabilités accrues de rétention de niveaux de feuillage spécifiques pour diverses densités de populations.

Les Figures 10 et 11 illustrent les résultats obtenus pour le sapin baumier dans les blocs de pulvérisation par les appareils TBM et par les petits aéronefs en fonction du traitement dont chacun a fait l'objet. Deux niveaux de rétention du feuillage ont été examinés, nommément l'objectif visé de 60 % ou plus et un objectif plus élevé de 80 % ou plus. Les avantages du traitement sont alors devenus plus évidents, car il y avait en fait des augmentations importantes dans les probabilités de rétention de 60 à 80 % ou plus du feuillage de l'année à des niveaux de population différents pour les divers régimes de pulvérisation utilisés. Compte tenu du nombre variable de parcelles échantillons selon les traitements et pour chaque densité de population, on n'a constaté aucune différence entre les insecticides ou entre une ou deux applications.

Les figures 12 et 13 illustrent les résultats obtenus pour l'épinette rouge/noire dans les blocs de pulvérisation par les appareils TBM et par les petits aéronefs selon les traitements reçus par chacun. Une fois de plus, on constate que le niveau visé de 50 % ou plus de rétention du feuillage avait une probabilité de réussite de 95 à 100 % quel que soit le traitement, même pour les densités de population élevées observées en 1984. Les avantages de la pulvérisation à ce niveau étaient donc marginaux, si il y en avait vraiment, en 1984. Si, cependant, 75 % ou plus du feuillage étaient préservés, les différences entre les insecticides et les

Probabilité de rétention (x %) du feuillage

Nombre de larves/branche de 45 cm

FIGURE 8. Comparaison des probabilités de rétention de pourcentages donnés du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées pour 1983 et 1984

Probabilité de rétention (x %) du feuillage

Nombre de larves/branche de 45 cm

FIGURE 9. Comparaison des probabilités de rétention de pourcentages donnés du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées pour 1983 et 1984

SAPIN BAUMIER
(TRAITEMENT PAR APPAREIL TBM)

TRAITEMENT	SYMBOLE
Fénitrothion	.....F.....
Matacil (1 appl.)	-----M_1-----
Matacil (2 appl.)	____M_2____
B.t.	-- --B-- -- --
Contrôle	____C ____

Probabilité de rétention d'un pourcentage donné du feuillage annuel

rétention de 60 %

rétention de 80 %

Nombre de larves avant le traitement/branche de 45 cm

FIGURE 10. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 60 % ou de 80 % du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs

SAPIN BAUMIER
(TRAITEMENT PAR PETIT AÉRONEF)

TRAITEMENT	SYMBOLE
Fénitrothion	.....F.....
Matacil (1 appl.)	-----M_1----
Matacil (2 appl.)	____M_2____
B.t.	-- --B-- -- --
Contrôle	____C ____

Probabilité de rétention d'un pourcentage donné du feuillage annuel

rétention de 60 %

rétention de 80 %

Nombre de larves avant le traitement/branche de 45 cm

FIGURE 11. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 60 % ou de 80 % du feuillage annuel du sapin baumier sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs

avantages du traitement devenaient évidents. Curieusement, les deux applications de Matacil dans le cadre du programme industriel n'ont pas semblé donner de résultats aussi favorables que les autres insecticides pour l'épinette rouge/noire. Par ailleurs, les deux applications de Matacil par de petits appareils semblaient donner les meilleurs résultats. On ne connaît pas les raisons de ces anomalies; il se peut que l'intensité d'échantillonnage dans les divers intervalles de population en soit responsable.

3.5 Comparaison entre la défoliation et les densités larvaires - Effets des traitements

On a examiné précédemment les probabilités de rétention de pourcentages spécifiques de feuillage sur des arbres infestés dans les zones non traitées (paragraphe 3.3) et on a comparé ces probabilités à celles qui ont été obtenues pour les zones traitées (paragraphe 3.4). Nous allons maintenant examiner les niveaux de défoliation en fonction des densités larvaires avant le traitement et comparer les résultats obtenus pour les parcelles non traitées et pour les parcelles traitées, selon l'aéronef utilisé pour la pulvérisation et selon le traitement employé.

La Figure 14 illustre les pourcentages moyens de défoliation du sapin baumier sur toutes les parcelles non traitées et traitées. Ces figures montrent que les niveaux moyens de défoliation pour toutes les densités de populations étaient moindres sur les parcelles traitées que sur les parcelles non traitées, quel que soit le genre d'appareil utilisé ou de traitement. Néanmoins, les analyses ont révélé qu'il n'y avait pas beaucoup de différences entre ces moyennes d'un traitement à l'autre, ou entre les traitements et entre les parcelles témoins. De même, on ne pouvait déceler de différences pour l'épinette rouge/noire (Figure 15). On a également examiné les tendances régionales, mais avec les mêmes conclusions générales. On a estimé de nouveau que le temps et une alimentation moindre avaient grandement influencé ces résultats.

3.6 Observations météorologiques

Nous avons déjà parlé de l'influence des conditions atmosphériques. La Figure 2 comparait le taux d'accumulation des degrés-jour en 1984 aux taux des 5 années antérieures. Le temps froid au printemps a été responsable du commencement tardif des pulvérisations en 1984. Cependant, la première semaine de juin, le nombre de degrés-jour avaient atteint des niveaux "moyens".

ÉPINETTE ROUGE/NOIRE
(TRAITEMENT PAR APPAREIL TBM)

TRAITEMENT	SYMBOLE
Fénitrothion	.....F.....
Matacil (1 appl.)	-----M_1-----
Matacil (2 appl.)	____M_2____
B.t.	-- --B-- -- --
Contrôle	____C ____

Probabilité de rétention d'un pourcentage donné du feuillage annuel

rétention de 50 %

rétention de 75 %

Nombre de larves avant le traitement/branche de 45 cm

FIGURE 12. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 50 % ou de 75 % du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs arrosés par des appareils TBM en 1984

ÉPINETTE ROUGE/NOIRE
(TRAITEMENT PAR PETIT AÉRONEF)

TRAITEMENT	SYMBOLE
Fénitrothion	.....F.....
Matacil (1 appl.)	-----M_1-----
Matacil (2 appl.)	____M_2____
B.t.	-- --B-- -- --
Contrôle	____C ____

Probabilité de rétention d'un pourcentage donné du feuillage annuel

rétention de 50 %

rétention de 75 %

Nombre de larves avant le traitement/branche de 45 cm

FIGURE 13. Comparaison des probabilités (selon le traitement) de rétention de 50 % ou de 75 % du feuillage annuel de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et sur des parcelles de blocs arrosés par de petits aéronefs en 1984

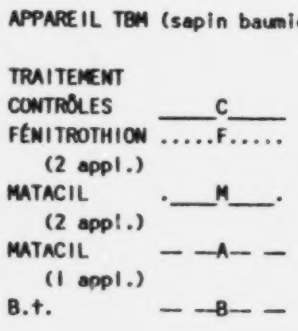


Figure 14. Défoliation annuelle du sapin baumier sur des parcelles non traitées et traitées (selon le traitement) basée sur les densités larvaires avant

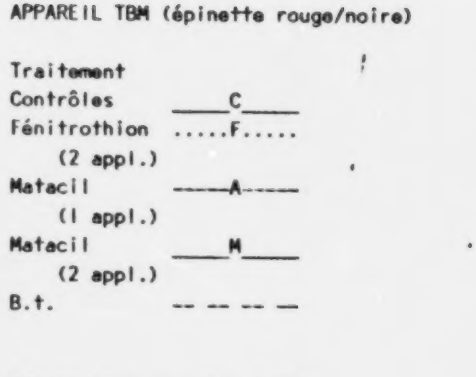


Figure 15. Défoliation annuelle de l'épinette rouge/noire sur des parcelles non traitées et traitées (selon le traitement) basée sur les densités larvaires avant

Selon Varty et Godin (1983), le temps froid ou humide peut réduire l'activité larvaire et rendre les insectes plus résistants aux pulvérisations. Ces conditions semblent également atténuer les dommages. On a donc examiné les données sur les précipitations pour 1983 et 1984 et pour le cinquième et le sixième âges larvaires pendant lesquels les ravages sont les plus intenses. Ces stades de développement larvaire ont duré environ du 15 juin au 10 juillet les deux années.

La Figure 16 illustre les précipitations moyennes et le nombre moyen de jours de pluie enregistrés pendant la période spécifiée par plusieurs stations météorologiques situées dans chaque région en 1983 et en 1984. Les chutes de pluie ont été de 1,5 à 3,2 fois plus fortes en 1984 qu'en 1983. De même, on a compté deux fois plus de jours de pluie en 1984 qu'en 1983. Si l'hypothèse de Varty et Godin (1983) est exacte, le temps pourrait être une raison très importante pour laquelle il a été difficile de déterminer les avantages du programme de pulvérisations de 1984 et aussi pourquoi ils contrastent fortement avec les résultats de 1983. D'autant plus que la nature et la variabilité des données opérationnelles diffère de celles de l'échantillonnage intensif effectué dans le cadre d'un programme expérimental.

PRÉCIPITATIONS
(EN MM)

n = nombre de stations météorologiques observées

RÉGIONS FORESTIÈRES DU MRN

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

RÉGIONS FORESTIÈRES DU MRN

Figure 16. Total des précipitations (en mm) et des jours de pluie du 15 juin au 10 juillet 1983 et 1984 dans les régions administratives du MRN

4. PRÉVISIONS DES INFESTATIONS ET DES RISQUES POUR 1985

En 1984, l'inventaire des masses d'oeufs de la tordeuse du bourgeon de l'épinette a été effectué sur 1 476 parcelles échantillons réparties dans les forêts vulnérables de la province. Cette intensité d'échantillonnage représentait environ une parcelle pour chaque superficie de 2 600 ha de forêt vulnérable. Il s'est agi de l'inventaire le plus intense de ce genre effectué à l'Est de l'Ontario et du Maine. L'analyse des données recueillies n'a pas révélé de changement important dans la proportion de parcelles échantillons appartenant aux mêmes catégories qu'en 1983 (Tableau 10). En se basant sur ces échantillons, on a réalisé une carte des prévisions des niveaux de populations allant de modérés à élevés (Figure 17) et révélant des conditions propices au développement d'infestations sur une superficie approximative de 3,57 millions d'hectares de forêts en 1985. Ce chiffre semble être légèrement inférieur à celui de prévisions semblables de 4,10 et de 5,30 millions d'hectares en 1983 et 1982 respectivement; mais en fait, il peut y avoir une légère différence avec 1983 en raison des méthodes d'interprétation employées pour établir ces cartes.

Les niveaux de risque, qui représentaient l'état des arbres et la menace que constituait la tordeuse pour les peuplements d'épinette (Dorais et Kettela, 1982), ont également été calculés pour chacun des points d'échantillonnage des masses d'oeufs. L'examen de ces données a révélé une amélioration générale de l'état des forêts en 1984, exprimée par une réduction de 17 % de l'ensemble des catégories modérée, élevée et extrême relevé aux points d'échantillonnage (Tableau 10). Cette situation optimiste est attribuée en grande partie à une amélioration de la vigueur des arbres, exprimée par le faible niveau de défoliation et par une excellente croissance des pousses des résineux en 1984.

Tableau 10. Comparaison des densités des masses d'oeufs des tordeuses du bourgeon de l'épinette et des niveaux de risque des forêts en 1983 et 1984

NIVEAU D'INFESTATION PRÉVU

Catégorie :	Faible	Moyen	Élevé	
(masses d'oeufs/10 m^2)	(0-99)	(100-239)	(240+)	
1983	639	257	423	n = 1316
	(48 %)	(20 %)	(32 %)	
1984	747	331	398	n = 1476
	(51 %)	(22 %)	(27 %)	

NIVEAU DE RISQUE PRÉVU

Catégorie :	Faible	Moyen	Élevé	Extrême	
(intervalle)	(0-7)	(8-10)	(11-14)	(15+)	
1983	790	261	201	64	n = 1316
	(60 %)	(20 %)	(15 %)	(5 %)	
1984	1133	231	89	23	n = 1476
	(77 %)	(16 %)	(6 %)	(1 %)	

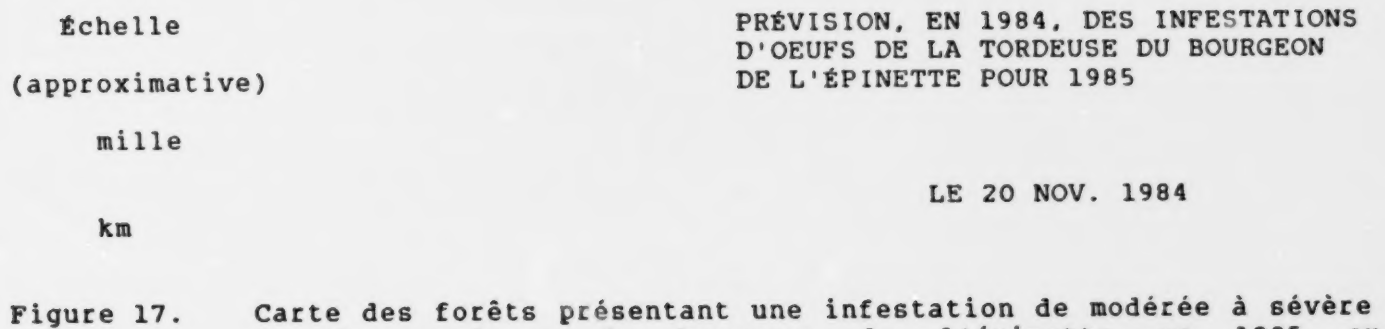


Figure 17. Carte des forêts présentant une infestation de modérée à sévère de la tordeuse du bourgeon de l'épinette en 1985 au Nouveau-Brunswick (basée sur 100 masses d'oeufs et plus par 10 m^2 de feuillage)

5. CONCLUSION

5.1 Pulvérisations

1. Les insecticides ont été épandus pendant la période prévue pour l'arrosage des larves. Les intervalles entre les traitements chimiques ont été plus longs dans le cas des petits aéronefs que dans le cas des appareils TBM. Il en a été de même pour les traitements consistant en une seule application de B.t.

2. D'après l'usage courant, les critères phénologiques et biologiques retenus en 1984 pour déterminer le calendrier d'intervention du programme de pulvérisations ont semblé suffisants pour établir à quel moment les blocs étaient prêts à être traités pour la première fois.

5.2 Efficacité du programme

1. Sur tout le territoire de la province, les objectifs du programme en matière de rétention du feuillage ont été atteints dans la plupart des zones traitées, le sapin baumier a conservé 60 % ou plus de son feuillage de l'année tandis que l'épinette rouge/noire en a conservé 50 % ou plus.

2. Sur presque toutes les parcelles (plus de 90 %), les objectifs du programme en matière de rétention du feuillage pour le sapin baumier et l'épinette rouge/noire ont été atteints, bien que dans certains cas, la défoliation ait dépassé les limites escomptées. Dans de nombreuses parcelles témoins non traitées (composées à 75 % de sapin baumier et à 98 % d'épinette rouge/noire), les niveaux de défoliation se sont aussi maintenus à l'intérieur des limites acceptables, ce qui a caché les bienfaits du traitement.

3. Les recensements effectués avant le traitement ont révélés des densités larvaires inégales variant entre 0 et 19 larves par extrémité de branche de 45 cm, autant dans les territoires non traités que dans les zones traitées.

4. En 1984, comparativement à 1983, les probabilités de rétention d'un pourcentage précis du feuillage étaient plus fortes en l'absence de tout traitement du sapin baumier et de l'épinette rouge/noire. Lorsque des données semblables sur les "probabilités" de rétention pour les parcelles traitées ont été comparées aux données disponibles pour les zones non traitées, on s'est rendu compte qu'il était plus probable d'atteindre les niveaux de rétention du feuillage prévus dans les zones traitées, ce qui démontre ainsi les bienfaits du traitement. Cependant, il a été impossible d'obtenir des différences semblables entre les traitements à cause du nombre irrégulier de parcelles pour chaque densité larvaire.

5. Pour ce qui est du sapin baumier, les degrés de défoliation moyens pour les parcelles traitées ont été inférieurs à tous les niveaux de population, à ceux des parcelles non traitées, indépendamment du genre d'aéronef et de traitement, bien qu'il n'y ait pas eu tellement de différences entre les traitements (y compris les contrôles).

6. En outre, pour ce qui est de l'épinette rouge/noire, les degrés de défoliation moyens entre les traitements n'étaient pas tellement différents.

7. Dans les parcelles non traitées, la survie naturelle des tordeuses du bourgeon de l'épinette jusqu'à la métamorphose a varié selon les densités de populations au premier âge larvaire et se situait entre 8 et 44 % pour le sapin baumier et entre 5 et 25 % pour l'épinette rouge/noire.

8. Les observations météorologiques faites dans toute la province ont révélé qu'en 1984, comparativement à 1983, il y a eu plus de chutes de pluie et de journées pluvieuses pendant les derniers stades du développement larvaire. Ces conditions ont probablement intensifié les bienfaits du programme de pulvérisations de 1984 en favorisant le développement de nouvelles pousses sur les arbres attaqués par la tordeuse tout en nuisant au cycle d'alimentation des larves.

9. Les inventaires aériens et terrestres qui avaient pour but de déterminer le degré de défoliation ont révélé qu'en 1984, sur tout le territoire de la province, près de 0,73 million d'hectares de forêt avaient subi une défoliation modérée à sévère.

5.3 Prévisions

1. D'après l'inventaire des masses d'oeufs effectué en 1984, environ 3,57 million d'hectares devraient encore être infestés en 1985.

2. Des calculs des niveaux de risque représentant l'état général des arbres et la menace possible que représente la tordeuse du bourgeon de l'épinette ont révélé qu'en général, la situation s'est améliorée, comme le démontre une diminution de 17 % par rapport à 1983 de la proportion des parcelles témoins classées dans les catégories de défoliation modérée, élevée et extrême. Cela signifie donc des grands territoires avec des niveaux de défoliation moins élevés, un excellent développement des nouvelles pousses et un bon potentiel de récupération au cours de l'été 1984.

6. RECOMMANDATIONS

1. Il est prévu qu'une plus grande proportion des programmes de pulvérisations sera effectuée par les petits aéronefs prévus à cette fin plutôt que par des appareils TMB. Si on augmente le nombre de "petites parcelles", les problèmes d'ordre logistique seront plus complexes. Étant donné qu'en 1984, les intervalles entre les traitements effectués par les "petits aéronefs" ont été plus longs que lorsque des appareils plus gros ont été utilisés, il importe que la principale société responsable, Forest Protection Ltd., rassemble un nombre suffisant d'appareils et exerce un contrôle strict sur la logistique des opérations afin de s'adapter facilement aux circonstances.

2. Les critères biologiques et phénologiques retenus en 1984 pour déterminer le calendrier d'intervention du programme de pulvérisations semblent acceptables, d'après l'usage courant. Ces critères doivent donc être adoptés jusqu'à ce que des recherches sur "l'interface biologique" fournissent des indications pratiques qui permettront de raffiner et d'améliorer cet aspect du programme de pulvérisations.

3. L'inventaire de 1984 sur la défoliation contenait des informations recueillies au sol et dans les airs. Néanmoins, sur la carte obtenue, on semblait apercevoir des rayures est-ouest qui étaient sans doute attribuables en grande partie à l'inventaire aérien. Il est recommandé d'essayer de survoler dorénavant des parcelles plus étroites et d'effectuer des évaluations au sol pour compléter au besoin les observations aériennes.

4. Les programmes de protection des forêts contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette sont implicitement à long terme et pourtant, chaque année, il faut vérifier leur efficacité. À l'heure actuelle, les programmes de pulvérisations sont considérés comme ayant réussi si l'on a une rétention de 60 % du feuillage de l'année dans le cas du sapin baumier et de 50 % dans celui de l'épinette rouge/noire. Il est reconnu que la quantité de feuillage requise pour maintenir un arbre en vie et assurer sa croissance varie en fonction de nombreux facteurs. C'est ainsi que la quantité de feuilles requise dans une année pour garder en vie des arbres adultes et très vieux diffère de celle qui est nécessaire pendant la même période, pour maximiser l'augmentation du volume de feuilles des jeunes arbres faisant partie de peuplements denses ou clairsemés. Les recherches continuent pour en arriver à une définition des objectifs en matière de rétention du feuillage qui permettrait de réaliser un programme d'évaluation sur une base annuelle. Entretemps, il est recommandé de poursuivre des objectifs de rétention de 60 % et 50 %.

5. À cause des différences entre les essences hôtes et du fait que le système actuel ne nous permet pas d'évaluer exactement le degré de défoliation de l'année de l'épinette rouge/noire, il est recommandé d'envisager de remplacer ce système par un autre plus pertinent, et ce à compter de 1985.

6. On a de tout temps prédit les populations de la tordeuse de l'épinette en utilisant les données sur les masses d'oeufs recueillies au mois d'août. Au Nouveau-Brunswick, on a déjà élaboré des méthodes pour dénombrer les populations de larves de tordeuses du bourgeon de l'épinette en hibernation (L2). Des événements récents survenus dans le Maine et au Québec confirment la rentabilité et la précision de cette méthode prévisionnelle. Il est donc recommandé que le ministère des Ressources naturelles envisage de remplacer d'ici deux ans l'inventaire traditionnel des masses d'oeufs par un inventaire des populations de larves en hibernation qui est plus précis.

BIBLIOGRAPHIE

Abbott, W.S. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. J. Econ. Ent. 18:265-267.

Baskerville, G. (Président). 1976. Report of the Task-Force for Evaluation of Budworm Control Alternatives. Réalisé pour le comité du Cabinet sur le développement économique. Province du Nouveau-Brunswick.

Carrow, J.R. (Rédacteur). 1983. B.t. and the Spruce Budworm. Compte rendu d'un séminaire tenu à Fredericton (N.-B.), ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B.).

Dorais, L. et E.G. Kettela. 1982. A review of Entomological Survey and Assessment Techniques Used in Regional Spruce Budworm, Choristoneura fumiferana (Clem.), Surveys and in the Assessment of Operational Spray Programs. Rapport du Comité de normalisation des techniques de relevé et d'évaluation, Conseil de l'est sur la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Hartling, L.K. 1984. Spruce Budworm Protection Program in New Brunswick 1983. Ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B.).

Irving, H.J. 1984. Rapport du programme de 1984 de Forest Protection Limited (FPL), C.P. 1030, Fredericton (N.-B.).

Irving, H.J., et F.E. Webb. 1984. State of the Art of "Forest Insect Control" in Canada as Reflected by Protection Against the Spruce Budworm. FPL, C.P. 1030, Fredericton (N.-B.).

MacDonald, D.R. 1963. Studies of Aerial Spraying Against the Spruce Budworm in New Brunswick. XVIII. Operational Summaries and Assessments of Immediate Results - 1960, 1961, 1962 (Parts I and II). Service canadien des forêts. Inform. Rep., Reg. For. Entomol. and Path. Lab., Fredericton, (N.-B.), pour la Direction de l'entomologie et de la pathologie, ministère des Forêts du Canada.

MacLean, D.A. 1980. Vulnerability of Fir-Spruce Stands during Uncontrolled Spruce Budworm Outbreaks : A Review and Discussion. For. Chron. 56:213-221.

Spies, C.J. 1984. Study of Spruce Budworm and Spruce Coneworm Behavior on Red Spruce. IN: Proceedings of the Spruce Protection Symposium. Maine For. Serv., Dept. of Conservation, Augusta, Me.

Trial, H. Jr. 1984. Status of Red Spruce Protection in Maine. IN: Proceedings of the Spruce Protection Symposium. Maine For. Serv., Dept. of Conservation, Augusta, Me.

Varty, I.W. et M.E. Godin, 1983. Identification of Some of the Factors Controlling Aerial Spray Efficacy. Inf. Rept. M-X-142. Serv. canadien des forêts, M.F.R.C., ministère de l'Environnement, Fredericton (N.-B.).

Webb, F.E. 1958. Developments in Forest Spraying against Spruce Budworm in New Brunswick. Pulp and Paper Magazine of Canada. 59:301-308.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier nos collaborateurs, trop nombreux pour être tous nommés ici, de leur contribution aux inventaires et aux évaluations reliés au programme de pulvérisations contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette de 1984 et aux prévisions de 1985.

Nous tenons à remercier particulièrement le personnel suivant de la Section de la gestion des parasites de la Direction de la gestion des matières ligneuses du MRN pour leurs nombreuses heures de travail et leur travail consciencieux, de la planification initiale aux travaux ardus sur le terrain et à la préparation de données et d'analyses fastidieuses, ainsi que de leur collaboration à la réalisation du présent rapport : MM. Lester Hartling, Dan Lavigne, Wilf Patterson et Mme Janet Proude, MM. Mike Arsenault et Danny O'Shea, et Mmes Ross Farquhar et Kathy Fraser. Nous remercions également les nombreux étudiants qui, pendant l'été, ont recueilli les renseignements sur lesquels nos évaluations et prévisions sont basées. En outre, nous remercions Fraser Inc. et le bureau régional 5 de nous avoir fourni chacun un employé dans le cadre du programme de pulvérisations.

Lors de l'inventaire aérien, le Service canadien des forêts nous a fourni trois aéronefs et des observateurs pour nous aider à recueillir des renseignements sur la défoliation, qui ont été transmis à l'équipe chargée de l'inventaire terrestre. Nous tenons à remercier MM. E. Kettela, D. Easton, S. Knox et V. Steel. Le personnel régional suivant du MRN nous a également aidés à effectuer l'inventaire aérien sous la direction de M. Wilf Patterson : MM. G. Hicks, K. Kennedy, G.B. Leeman et A. McAllum.

Nous remercions également les 45 à 50 employés temporaires embauchés par le laboratoire de dénombrement des masses d'oeufs, et particulièrement Mme Janet Proude du MRN pour sa surveillance et la patience dont elle a fait preuve au cours de l'inventaire. Nous tenons également à remercier Fraser Inc. pour nous avoir permis d'utiliser un de ses hélicoptères lors de l'inventaire des masses d'oeufs de 1984.

Nous remercions également MM. J. Gallagher et J. Miehm du ministère de l'Approvisionnement et des Services de nous avoir aidés à préparer les données; et M. Markauskas de l'école d'informatique de l'Université du Nouveau-Brunswick de nous avoir conseillé en matière de programmation, ainsi que M. Dan Lavigne du MRN, d'avoir effectué de nombreuses analyses qui ont servi à la réalisation du présent rapport.

Nous ne saurions oublier la collaboration de FPL et le fait que cette compagnie nous ait facilité la liaison. Nous tenons à remercier particulièrement MM. et Mmes Bud Irving, Bev. MacDougall, Craig Howard, Don Henry et Carmen Dixon. Nous remercions aussi vivement M. L. Vino, d'Environnement Canada, de nous avoir fourni des données sur les précipitations et les températures moyennes en 1983 et en 1984.

Bien d'autres ont contribué à la planification, à l'organisation et à la cartographie du programme de 1984 et aux prévisions pour 1985. Citons entre autres : MM. J.R. Carrow (sous-ministre adjoint du MRN), D. MacFarlane (Directeur de la Gestion des ressources ligneuses) ainsi que C. Cameron et T. Léonard de la Section de la cartographie.

Nous avons beaucoup apprécié les observations et suggestions des employés suivants du MRN : MM. J.R. Carrow, D. MacFarlane, P. Andrews, W. Hamilton et L. Hartling; et Ed Kettela, du Centre de recherches forestières des Maritimes, Service canadien des forêts.

Finalement, nous tenons à remercier sincèrement les dames suivantes qui ont patiemment tapé et retapé de nombreuses pages du rapport et qui ont communiqué avec les auteurs, de même qu'avec les diverses personnes qui nous ont aidés à réaliser le rapport de 1984 : Mmes Carol Brown, Cheryl Sartoris, Mona Tozer, Jalaine MacKay et Thérèse Cormier.

ANNEXE

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (1E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

8 parcelles échantillons - population
24 parcelles échantillons - développement

AVRIL MAI JUIN

Figure A1. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 1E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (1E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DE L'ÉPINETTE

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

INDICE DE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

22 parcelles échantillons - population
40 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A2. Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 1E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (1W) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

blocs de pulvérisation de B.t. ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

18 parcelles échantillons - population
57 parcelles échantillons - développement

AVRIL MAI JUIN

Figure A3. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 1W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (1W) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DE L'ÉPINETTE

blocs de pulvérisation de produits chimiques et de B.t. ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

INDICE DE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

14 parcelles échantillons - population
31 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A4. Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 1W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (2W) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

9 parcelles échantillons - population
38 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A5. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 2W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (2E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

7 parcelles échantillons - population
24 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A6. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 2E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (2E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DE L'ÉPINETTE

blocs de pulvérisation chimique ouverts

blocs de pulvérisation de B.t. ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

INDICE DE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

15 parcelles échantillons - population
31 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A7. Rapports entre le développement et le comportement larvaires et le développement des pousses sur l'épinette rouge/noire dans la catégorie phénologique 2E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction de l'épinette en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (3W) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

20 parcelles échantillons - population
62 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A8. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 3W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (3E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

27 parcelles échantillons - population
43 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A9. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 3E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (4W) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

blocs de pulvérisation de B.t. ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

21 parcelles échantillons - population
52 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A10. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 4W et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (4E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

13 parcelles échantillons - population
19 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A11. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 4E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (SW) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation de produits chimiques et de B.t. ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

13 parcelles échantillons - population
20 parcelles échantillons - développement

JUIN

Figure A12. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique SW et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Indices de développement des pousses et (ou) de développement larvaire

CATÉGORIE PHÉNOLOGIQUE (5E) - SECTEUR DE PULVÉRISATION SYNCHRONISÉE EN FONCTION DU SAPIN

blocs de pulvérisation chimique ouverts

LÉGENDE

% DANS LES AIGUILLES

% DANS LES BOURGEONS/POUSSES

% EN MIGRATION

% DANS LES FLEURS

% EN HIBERNATION

VULNÉRABILITÉ
Dans les bourgeons, en migration et dans les fleurs

INDICE DE DÉVELOPPEMENT DES POUSSES

7 parcelles échantillons - population
11 parcelles échantillons - développement

MAI JUIN

Figure A13. Rapports entre le comportement larvaire et le développement des pousses sur le sapin baumier dans la catégorie phénologique 5E et dans le secteur de pulvérisation synchronisée en fonction du sapin en 1984

Tableau A1. Intensité d'échantillonnage selon la région forestière, le traitement et les densités larvaires avant le traitement pour chaque essence hôte

		NOMBRE DE BLOCS ÉCHANTILLONS																			
		SAPIN BAUMIER							ÉPINETTE ROUGE/NOIRE							ÉPINETTE BLANCHE						
		DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm					
RÉGION	TRAITEMENT		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	TBM-2 x FÉN.	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2
	TBM-2 x MAT.	7	2	2	0	0	0	11	7	2	2	0	0	0	11	3	2	0	0	1	0	6
	TBM-1 x MAT.	3	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4
	Total	10	4	3	0	0	0	17	10	3	4	0	0	0	17	7	3	1	0	1	0	12
2	TBM-2 x FÉN.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	TBM-2 x MAT.	8	3	4	0	0	0	15	8	0	6	1	0	0	15	2	0	0	0	0	0	2
	TBM-1 x MAT.	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Total	9	3	5	1	0	0	18	9	0	8	1	0	0	18	2	0	0	0	0	0	2
3	TBM-2 x MAT.	3	0	1	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1
4	TBM-2 x FÉN.	4	1	1	0	0	0	6	5	0	1	1	0	0	7	2	0	0	0	0	0	2
	TBM-2 x MAT.	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	TBM-1 x B.t.	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Total	6	2	1	0	0	0	9	7	0	2	1	0	0	10	2	0	0	0	0	0	2
5	TBM-2 x FÉN.	0	2	4	0	0	0	6	0	5	1	0	0	0	6	0	1	3	0	0	0	4
	Total	0	2	4	0	0	0	6	0	5	1	0	0	0	6	0	1	3	0	0	0	4
TOTAL POUR LA PROVINCE		28	11	14	1	0	0	54	29	8	16	2	0	0	55	12	4	4	0	1	0	21

Tableau A1. (suite)

NOMBRE DE BLOCS ÉCHANTILLONS

RÉGION	TRAITEMENT	SAPIN BAUMIER							ÉPINETTE ROUGE/NOIRE							ÉPINETTE BLANCHE						
		DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
	PA-2 x FÉN.	7	1	4	0	0	0	12	5	2	2	0	0	0	9	4	0	1	1	0	0	6
1	PA-2 x MAT.	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
	PA-1 x B.t.	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Total	7	2	5	0	0	0	14	5	4	2	0	0	0	11	4	1	1	1	0	0	7
	PA-2 x FÉN.	5	6	4	0	0	0	15	5	2	4	3	1	0	15	1	1	1	0	0	0	3
2	PA-2 x MAT.	4	1	1	0	0	0	6	5	0	2	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	2
	PA-1 x B.t.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	9	7	5	0	0	0	21	10	2	6	3	1	0	22	3	1	1	0	0	0	5
	PA-2 x FÉN.	16	1	1	0	0	0	18	18	2	0	0	0	0	20	1	0	0	0	0	0	1
3	PA-1 x B.t.	0	0	5	0	0	0	5	0	1	1	2	0	1	5	0	0	1	0	0	0	1
	Total	16	1	6	0	0	0	23	18	3	1	2	0	1	25	1	0	1	0	0	0	2
	PA-2 x FÉN.	14	2	4	0	0	0	20	14	0	1	2	2	1	20	2	0	0	1	0	0	3
4	PA-2 x MAT.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PA-1 x B.t.	3	10	9	1	0	0	23	3	5	9	3	3	1	24	0	1	1	1	1	0	4
	Total	17	12	13	1	0	0	43	17	5	10	5	5	2	44	2	1	1	2	1	0	7
5	PA-2 x FÉN.	4	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3
	Total	4	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3
	TOTAL POUR LA PROVINCE	53	22	29	1	0	0	105	53	14	19	10	6	3	105	13	3	4	3	1	0	24

Tableau A1. (suite)

		NOMBRE DE BLOCS ÉCHANTILLONS																			
		SAPIN BAUMIER							ÉPINETTE ROUGE/NOIRE							ÉPINETTE BLANCHE						
RÉGION	TRAITEMENT	DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	IRVING	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	IRVING	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	IRVING	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	IRVING	5	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
5	IRVING	12	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	4
	TOTAL POUR LA PROVINCE	18	0	0	0	0	0	18	18	0	0	0	0	0	18	4	0	0	0	0	0	4

Tableau A1. (suite)

RÉGION	TRAITEMENT	NOMBRE DE BLOCS ÉCHANTILLONS																		
		SAPIN BAUMIER							ÉPINETTE NOIRE/ROUGE							ÉPINETTE BLANCHE						
		DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm					
			0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	CONTRÔLE	0	4	4	0	0	0	8	0	5	1	2	0	0	8	0	1	0	0	0	0	1
2	CONTRÔLE	0	2	5	3	0	0	10	0	3	6	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
3	CONTRÔLE	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	CONTRÔLE	0	5	2	0	0	0	7	0	1	4	2	0	0	7	0	1	1	0	0	0	2
5	CONTRÔLE	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5
	TOTAL POUR LA PROVINCE	0	16	13	3	0	0	32	0	14	12	6	0	0	32	0	7	1	0	0	0	8

Tableau A2. Intensité d'échantillonnage dans les régions administratives du MRN selon le traitement et les densités larvaires avant le traitement pour chaque essence hôte

		NOMBRE DE PARCELLES ÉCHANTILLONS																							
		SAPIN BAUMIER								ÉPINETTE ROUGE/NOIRE								ÉPINETTE BLANCHE							
RÉG.	TRAITEMENT	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
	TBM-2 x FÉN.	0	0	30	20	3	1	0	54	0	0	9	12	0	0	0	21	0	0	17	11	1	1	0	30
1	TBM-2 x MAT.	0	94	59	22	4	0	0	179	0	97	51	21	6	1	0	176	0	10	5	2	2	1	1	21
	TBM-1 x MAT.	0	126	20	0	0	0	0	146	0	85	4	0	0	0	0	89	0	32	0	0	0	0	0	32
	Totaux	0	220	109	42	7	1	0	379	0	182	64	33	6	1	0	286	0	42	22	13	3	2	1	83
	TBM-2 x FÉN.	0	0	11	17	0	0	0	28	0	0	13	14	0	0	0	27	0	2	0	0	0	0	0	0
2	TBM-2 x MAT.	2	156	79	82	21	1	2	343	3	181	58	91	32	4	3	372	0	5	0	0	0	0	0	5
	TBM-1 x MAT.	0	28	1	12	11	5	1	58	0	28	2	11	6	1	1	49	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totaux	2	184	91	111	32	6	3	429	3	209	73	116	38	5	4	448	0	5	0	0	0	0	0	5
3	TBM-2 x MAT.	2	29	11	3	0	0	1	46	0	53	6	13	8	2	0	82	0	1	0	0	0	0	0	1
	Totaux	2	29	11	3	0	0	1	46	0	53	6	13	8	2	0	82	0	1	0	0	0	0	0	1
	TBM-2 x FÉN.	4	34	25	9	1	0	0	73	3	82	15	21	8	5	2	136	0	2	0	0	0	0	0	2
4	TBM-2 x MAT.	0	20	0	0	0	0	0	20	0	29	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	TBM-1 x B.t.	0	18	22	6	1	0	0	47	0	12	8	13	4	2	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totaux	4	72	47	15	2	0	0	140	3	123	23	34	12	7	2	204	0	2	0	0	0	0	0	2
5	TBM-2 x FÉN.	0	0	86	61	12	3	0	162	0	0	62	15	3	0	1	81	0	0	17	16	0	2	0	35
	Totaux	0	0	86	61	12	3	0	162	0	0	62	15	3	0	1	81	0	0	16	16	0	2	0	35
	TOTAL POUR LA PROVINCE	8	505	344	232	53	10	4	1156	6	567	228	211	67	15	7	1101	0	50	39	29	3	4	1	126

Tableau A2. (suite)

NOMBRE DE PARCELLES ÉCHANTILLONS

RÉG.	TRAITEMENT	SAPIN BAUMIER								ÉPINETTE ROUGE/NOIRE								ÉPINETTE BLANCHE							
		PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm					
				0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.			0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.			0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	PA-2 x FÉN.	0	87	21	18	5	2	0	133	0	42	10	12	0	0	0	64	0	34	0	1	2	1	0	38
	PA-2 x MAT.	0	0	5	5	0	0	0	10	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	5	0	0	0	0	5
	PA-1 x B.t.	0	10	7	3	0	0	0	20	0	4	4	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totaux	0	97	33	26	5	2	0	163	0	46	18	13	0	0	0	77	0	34	5	1	2	1	0	43
2	PA-2 x FÉN.	3	64	59	30	2	0	0	158	0	68	28	46	8	2	9	161	0	2	2	1	0	0	0	5
	PA-2 x MAT.	0	21	11	3	0	1	0	36	0	45	7	11	2	0	0	65	0	2	0	0	0	0	0	2
	PA-1 x B.t.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totaux	3	85	70	33	2	1	0	194	0	113	35	57	10	2	9	226	0	4	2	1	0	0	0	7
3	PA-2 x FÉN.	0	103	4	2	0	0	0	109	0	171	15	4	0	0	0	190	0	1	0	0	0	0	0	1
	PA-1 x B.t.	0	0	4	30	10	1	0	45	0	0	7	7	13	2	2	31	0	0	0	1	0	0	0	1
	Totaux	0	103	8	32	10	1	0	154	0	171	22	11	13	2	2	221	0	1	0	1	0	0	0	2
4	PA-2 x FÉN.	1	154	19	13	3	1	0	191	0	140	2	7	14	7	13	183	0	8	1	1	0	0	1	11
	PA-2 x MAT.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PA-1 x B.t.	5	27	84	52	6	3	1	178	9	32	43	62	24	14	6	190	0	0	1	3	4	0	1	9
	Totaux	6	181	103	65	9	4	1	369	9	172	45	69	38	21	19	373	0	8	2	4	4	0	2	20
5	PA-2 x FÉN.	0	55	0	0	0	0	0	55	0	25	0	0	0	0	0	25	0	9	0	0	0	0	0	9
	Totaux	0	55	0	0	0	0	0	55	0	25	0	0	0	0	0	25	0	9	0	0	0	0	0	9
	TOTAL POUR LA PROVINCE	9	521	214	156	26	8	1	935	9	527	120	150	61	25	30	922	0	56	9	7	6	1	2	81

Table A2. (suite)

			NOMBRE DE PARCELLES ÉCHANTILLONS																					
			SAPIN BAUMIER								ÉPINETTE ROUGE/NOIRE								ÉPINETTE BLANCHE							
RÉG.	TRAITEMENT	*	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm						PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm					
					0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.			0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.			0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	IRVING		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	IRVING		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	IRVING		0	9	0	0	0	0	0	9	0	19	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
4	IRVING		0	63	0	0	0	0	0	63	0	62	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0
5	IRVING		0	241	0	0	0	0	0	241	0	132	0	0	0	0	0	132	0	63	0	0	0	0	0	63
TOTAL POUR LA PROVINCE			0	313	0	0	0	0	0	313	0	213	0	0	0	0	0	213	0	63	0	0	0	0	0	63

* CONTRÔLE = pas de traitement
IRVING = traitements effectués par Forest Patrol Ltd. jusqu'aux limites des terres en tenure libre de J.D. Irving

Tableau A2. (suite)

		NOMBRE DE PARCELLES ÉCHANTILLONS																			
		SAPIN BAUMIER								ÉPINETTE ROUGE/NOIRE								ÉPINETTE BLANCHE							
RÉG.	TRAITEMENT	*PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.	PAR-CELLES PERDUES	DÉFOL. SEULE-MENT	Nombre de larves/ branche de 45 cm 0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	CONTRÔLE	3	0	148	42	9	1	0	203	3	0	86	19	9	2	0	119	0	0	22	6	0	0	0	28
2	CONTRÔLE	0	0	26	35	11	5	0	77	0	0	50	91	25	3	1	170	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CONTRÔLE	0	0	17	16	3	0	0	36	0	0	17	21	9	4	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CONTRÔLE	2	0	62	25	2	0	1	92	2	0	28	17	11	4	2	64	0	0	2	1	0	0	0	0
5	CONTRÔLE	0	0	14	2	0	0	0	16	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	2	1	0	0	0	3
TOTAL POUR LA PROVINCE		5	0	267	120	25	6	1	424	5	0	192	148	54	13	3	415	0	0	26	8	0	0	0	34

Tableau A3. Fréquence des blocs (défoliation seulement) selon la catégorie de défoliation pour chaque traitement et pour chaque essence hôte

Essence hôte	Catégories de déf. (%)	Traitement								Zones traitées (Irving)
			Appareil TBM				Petit aéronef			
		Contrôle	2 x Fén.	2 x Mat.	1 x Mat.	1 x B.t.	2 x Fén.	2 x Mat.	2 x B.t.	
Sapin baumier	0-20	12	4	14	3	1	36	4	13	16
	21-40	10	0	5	1	0	6	0	0	2
	41-60	9	0	0	0	0	3	0	0	0
	61-80	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	81-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Nombre de parcelles)		(32)*	(4)	(19)	(4)	(1)	(46)	(4)	(3)	(16)
Épinette rouge/ noire	0-25	27	4	19	3	1	41	5	3	18
	26-50	5	1	0	1	0	3	0	0	0
	51-75	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	76-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Nombre de parcelles)		(32)*	(5)	(19)	(4)	(1)	(45)	(5)	(3)	(18)
Épinette blanche	0-20	1	3	5	2	0	11	2	4	2
	21-40	7	4	3	0	0	5	1	0	2
	41-60	0	1	0	2	0	0	0	1	0
	61-80	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	81-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Nombre de parcelles)		(8)*	(8)	(9)	(4)	(0)	(16)	(3)	(5)	(4)

* Basé sur des dénombrements larvaires effectués sur des blocs non traités

Tableau A4. Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage des blocs (blocs échantillonnés avant le traitement et défoliation seulement) dans les régions administratives du MRN selon le traitement et selon les niveaux de défoliation annuelle

Traitement	Région du MRN	Déf. du sapin baumier Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de blocs	Déf. de l'épinette rouge/noire Catégories de 25 % 0-25	26-50	51-75	76-100	Nombre total de blocs	Déf. de l'épinette blanche Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de blocs
PA - 2 x Fén.	1	9	3	0	0	0	12	8	1	0	0	9	3	3	0	0	0	6
	2	10	3	2	0	0	15	13	2	0	0	15	3	0	0	0	0	3
	3	13	2	2	1	0	18	17	2	1	0	20	1	0	0	0	0	1
	4	19	1	0	0	0	20	20	0	0	0	20	3	0	0	0	0	3
	5	2	2	0	0	0	4	2	1	0	0	3	1	2	0	0	0	3
	Total	53	11	4	1	0	69	60	6	1	0	67	11	5	0	0	0	16
PA - 2 x Mat.	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
	2	6	0	0	0	0	6	7	0	0	0	7	2	0	0	0	0	2
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	6	1	0	0	0	7	8	0	0	0	8	2	1	0	0	0	3
PA - 1 x B.t.	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	3	1	0	0	5	5	0	0	0	5	1	0	0	0	0	1
	4	21	1	1	0	0	23	23	1	0	0	24	3	0	1	0	0	4
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	23	4	2	0	0	29	29	1	0	0	30	4	0	1	0	0	5
Irving	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	4	4	1	0	0	0	5	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	5	11	1	0	0	0	12	12	0	0	0	12	2	2	0	0	0	4
	Total	16	2	0	0	0	18	18	0	0	0	18	2	2	0	0	0	4

Tableau A4. (suite)

Traitement	Région du MRN	Déf. du sapin baumier Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de blocs	Déf. de l'épinette rouge/noire Catégories de 25 % 0-25	26-50	51-75	76-100	Nombre total de blocs	Déf. de l'épinette blanche Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de blocs
Contrôles	1	3	2	3	0	0	8	8	0	0	0	8	0	1	0	0	0	1
	2	2	4	3	1	0	10	6	4	0	0	10	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	4	5	2	0	0	0	7	7	0	0	0	7	1	1	0	0	0	2
	5	2	2	1	0	0	5	4	1	0	0	5	0	5	0	0	0	5
	Total	12	10	9	1	0	32	27	5	0	0	32	1	7	0	0	0	8
TBM - 2 x Fén.	1	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0	2
	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	6	0	0	0	0	6	6	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2
	5	5	1	0	0	0	6	6	0	0	0	6	2	2	0	0	0	4
	Total	13	2	0	0	0	15	15	1	0	0	16	3	4	1	0	0	8
TBM - 2 x Mat.	1	8	3	0	0	0	11	11	0	0	0	11	2	3	0	1	0	6
	2	11	4	0	0	0	15	15	0	0	0	15	2	0	0	0	0	2
	3	3	1	0	0	0	4	4	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1
	4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	22	9	0	0	0	21	31	0	0	0	31	5	3	0	1	0	9
TBM - 1 x Mat.	1	4	0	0	0	0	4	3	1	0	0	4	2	0	2	0	0	4
	2	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	4	2	0	0	0	6	5	1	0	0	6	2	0	2	0	0	4
TBM - 1 x B.t.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

Tableau A5. Tableau récapitulatif de l'intensité d'échantillonnage des parcelles (parcelles échantillonnées avant le traitement et défoliation seulement) dans les régions administratives du MRN selon le traitement et selon les niveaux de défoliation annuelle

		NOMBRE DE BLOCS ÉCHANTILLONS																			
		SAPIN BAUMIER							ÉPINETTE ROUGE/NOIRE							ÉPINETTE BLANCHE						
		DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm						DÉFOL. SEULEMENT	Nombre de larves/branche de 45 cm					
RÉGION	TRAITEMENT		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.		0-9	10-19	20-29	30-39	40+	TOT.
1	TBM-2 x FÉN.	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2
	TBM-2 x MAT.	7	2	2	0	0	0	11	7	2	2	0	0	0	11	3	2	0	0	1	0	6
	TBM-1 x MAT.	3	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4
	Total	10	4	3	0	0	0	17	10	3	4	0	0	0	17	7	3	1	0	1	0	12
2	TBM-2 x FÉN.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	TBM-2 x MAT.	8	3	4	0	0	0	15	8	0	6	1	0	0	15	2	0	0	0	0	0	2
	TBM-1 x MAT.	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Total	9	3	5	1	0	0	18	9	0	8	1	0	0	18	2	0	0	0	0	0	2
3	TBM-2 x MAT.	3	0	1	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1
4	TBM-2 x FÉN.	4	1	1	0	0	0	6	5	0	1	1	0	0	7	2	0	0	0	0	0	2
	TBM-2 x MAT.	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	TBM-1 x B.t.	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Total	6	2	1	0	0	0	9	7	0	2	1	0	0	10	2	0	0	0	0	0	2
5	TBM-2 x FÉN.	0	2	4	0	0	0	6	0	5	1	0	0	0	6	0	1	3	0	0	0	4
	Total	0	2	4	0	0	0	6	0	5	1	0	0	0	6	0	1	3	0	0	0	4
TOTAL POUR LA PROVINCE		28	11	14	1	0	0	54	29	8	16	2	0	0	55	12	4	4	0	1	0	21

Tableau A5. (suite)

Traitement	Région du MRN	Déf. du sapin baumier Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de parcelles	Déf. de l'épinette rouge/noire Catégories de 25 % 0-25	26-50	51-75	76-100	Nombre total de parcelles	Déf. de l'épinette blanche Catégories de 20 % 0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Nombre total de parcelles
Contrôles	1	37	29	19	17	0	102	69	9	2	0	80	3	2	2	0	1	8
	2	22	21	18	12	4	77	122	47	1	0	170	0	0	0	0	0	0
	3	3	14	5	6	8	36	39	11	1	0	51	0	0	0	0	0	0
	4	70	16	1	2	1	90	57	5	0	0	62	1	1	1	0	0	3
	5	77	24	6	7	0	114	32	10	5	0	47	7	13	2	1	0	23
	Total	209	104	49	44	13	419	319	82	9	0	410	11	16	5	1	1	34
TBM - 2 x Fén.	1	38	11	5	0	0	54	20	1	0	0	21	3	15	6	6	0	30
	2	23	3	2	0	0	28	21	6	0	0	27	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	57	11	1	0	0	69	117	16	0	0	133	1	1	0	0	0	2
	5	114	38	8	2	0	162	67	13	1	0	81	12	12	9	2	0	35
	Total	232	63	16	2	0	313	225	36	1	0	262	16	28	15	8	0	67
TBM - 2 x Mat.	1	146	19	9	4	1	179	162	14	0	0	176	10	7	2	2	0	21
	2	253	57	17	8	6	341	297	64	5	3	369	4	1	0	0	0	5
	3	38	4	2	0	0	44	78	4	0	0	82	1	0	0	0	0	1
	4	10	5	3	2	0	20	25	4	0	0	29	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	447	85	31	14	7	584	562	86	5	3	656	15	8	2	2	0	27
TBM - 1 x Mat.	1	119	16	6	4	1	146	78	8	3	0	89	16	5	5	5	1	32
	2	24	25	7	2	0	58	49	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	143	41	13	6	1	204	127	8	3	0	138	16	5	5	5	1	32
TBM - 1 x B.t.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	41	6	0	0	0	47	38	1	0	0	39	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	41	6	0	0	0	47	38	1	0	0	39	0	0	0	0	0	0